

Faunengebiete und Faciesgebilde der Trias-Periode in den Ost-Alpen.

Eine stratigraphische Studie

von

Dr. Edmund von Mojsisovics.

(Vorgetragen in den Sitzungen der k. k. geologischen Reichsanstalt am 17. Februar und 3. März 1874.)

Seit einer Reihe von Jahren unausgesetzt mit dem Studium der alpinen Triasablagerungen beschäftigt, war mein Bestreben stets darauf gerichtet, durch scharfe Sonderung und Fixirung paläontologischer Horizonte einen klaren Einblick in die Aufeinanderfolge der Faunen und die chronologische Bedeutung der gewaltigen, fossilarmen Kalk- und Dolomitmassen zu gewinnen, welche seit jeher der Gliederung und dem Verständnisse der alpinen Triasbildungen so erhebliche, scheinbar unlösbare Schwierigkeiten entgegengesetzt hatten.

Es mag vielleicht den nicht näher durch persönliches Studium mit dem Gegenstande vertrauten Fachgenossen befremdend erscheinen, dass nach mehr als zwanzigjährigen Arbeiten so vieler bewährter Forscher die Reihenfolge der alpinen Trias-Etagen noch immer nicht endgültig festgestellt und in Folge dessen die Gleichstellung der localen alpinen Entwicklungen untereinander nicht mit der wünschenswerten Sicherheit vorgenommen werden konnte. Diese nicht sehr ermuthigende Thatsache steht aber dennoch fest, wie ein Blick in die allerneuesten Arbeiten angesehener, im Dienste unserer Wissenschaft ergrauter Meister zur Genüge darthut. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung liegt nicht, oder nur zu einem sehr geringen Theile, in den Personen, welche unverdrossene, redliche, vom Geiste reiner Wissenschaftlichkeit durchdrungene Arbeit geleistet haben, sondern, wie mir scheint, lediglich in den ungewohnten und unerwarteten Eigenthümlichkeiten des Gegenstandes.

Die folgende übersichtliche Darstellung ist der Erörterung dieser Schwierigkeiten gewidmet, welche, wie der Titel der vorliegenden Arbeit andeuten soll, in dem Vorhandensein getrennter zoologischer Provinzen und in dem Nebeneinander-Vorkommen abweichender, stellvertretender Faciesgebilde liegen. Verschiedene im Laufe der letzten Jahre ausgeführte Reisen und auf ein reiches Ma-

terial gestützte paläontologische Detailuntersuchungen¹ haben mich allmählich zum Bewusstwerden dieser Thatsachen geleitet, deren Erkenntniss völlig neue Gesichtspunkte eröffnet und die vielen scheinbaren Widersprüche mit Einem Schlage beseitigt. Die Methode, durch welche ich zu so günstigen Resultaten gelangte, war eine strenge paläontologische. Die von manchen Fachgenossen noch als nutzlose Tändelei betrachtete scharfe und enge Begrenzung der Arten, die Verfolgung der einzelnen Formen durch eine Reihe von Horizonten und die Feststellung der Veränderungen, welche diese Formen successive in den verschiedenen Horizonten zeigen („Formenreihen“), boten mir präzise und verlässliche Handhaben dar, auf welche ich bei Befolgung des entgegengesetzten Vorganges unbedingt hätte verzichten müssen².

Es ist beinahe selbstverständlich, dass eine solche eingreifende Aenderung der stratigraphischen Grundlagen auch einige Aenderungen in der bisher von den alpinen Triasforschern und von mir selbst in meinen älteren diesbezüglichen Arbeiten angenommenen Reihenfolge der Triasglieder und in der Parallelisirung der localen Entwicklungen herbeiführen musste. Durch eigene, vielfältige Erfahrung bin ich mir der Schwierigkeiten alpiner Forschungen zu sehr bewusst, als dass ich be-

¹ Ausser den Cephalopoden-Studien war in dieser Beziehung besonders die Untersuchung der sogenannten Halobien von grösstem Nutzen, über welche eine gleichzeitig in den Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. VII., erscheinende Arbeit näheren Aufschluss gewährt.

² Noch verhalten sich die meisten Fachgenossen ablehnend oder zuwartend gegenüber der Descendenz-Theorie. Die Ursache hiervon liegt in den scheinbaren Widersprüchen, welche die sehr lückenhaften paläontologischen und die meistens sehr einseitig aufgefassten stratigraphischen Daten noch darbieten. Wie viele unserer Formationsbezeichnungen tragen nicht deutlich den Stempel lediglicher Faciesbezeichnungen an sich? Und wie viele vermeintliche oder wirkliche Étagen sind bis heute nur durch je Eine bekannte Facies vertreten? Wer offenbare Faciesgebilde, wie z. B. das Corallien, für Étagen hält, der muss consequent zur alten Kataklysmen-Theorie zurückkehren und für jede einzelne Étage eine Neuschöpfung annehmen, wobei sich das merkwürdige Resultat ergeben würde, dass zu gewissen Zeiten fast nur Korallen, zu anderen fast nur Cephalopoden, zu anderen fast nur Crustaceen u. s. w. gelebt hätten! Wer aber eine allmähliche ruhig fortschreitende Veränderung der Erdoberfläche annimmt, der wird auch die allmähliche Veränderung und Fortentwicklung der organischen Welt zugeben müssen. Es resultirt daraus mit Nothwendigkeit für die Stratigraphie die Aufgabe, die vorhandenen Lücken (Intermittenzen) festzustellen, wo möglich auszufüllen und die stellvertretenden Faciesgebilde als solche zu bezeichnen und anzuerkennen. Es ist dies freilich eine grosse, schwierige Aufgabe, welche der Stratigraphie gestellt wird, und wir stehen heute noch kaum am Beginn der Bewältigung derselben. Dieses Abschweifen von dem eigentlichen Gegenstande meiner Mittheilung möge seine Entschuldigung finden in dem Wunsche, dass die durch die Descendenzlehre gegebene Anregung möglichst bald und allgemein ihren befruchtenden Einfluss auf die Behandlung der stratigraphischen Verhältnisse sämtlicher Formationen und auf die Methode paläontologischer Untersuchungen geltend machen möge. Eine sehr drastische Illustration für die Berechtigung dieser principiellen Anschauungen liefert, wie ich bereits in den Vorbemerkungen zu meiner Arbeit über das „Gebirge um Hallstatt“ kurz angedeutet habe, unsere alpine Trias. Im allgemeinen ist dies insoferne der Fall, dass die alpinen Triasfaunen die weitklaffende Lücke zwischen den carbonischen und jurassischen Faunen, welche in der ausseralpinen Entwicklung in Europa existirt, wenigstens fragmentarisch ausgefüllt und bereits zahlreiche Mittelformen kennen gelehrt haben. Eine speciellere Anwendung innerhalb dieses Rahmens wird sich aus der folgenden Darstellung der Verhältnisse im alpinen Triasgebiete ergeben.

haupten wollte, die gegenwärtig erreichten Resultate wären keiner weiteren Verbesserungen und Modificationen bedürftig. Auch sind meine eigenen Untersuchungen innerhalb der mir gesteckten Grenzen in dieser Richtung noch keineswegs abgeschlossen. So lücken- und mangelhaft demnach auch die hier mitgetheilten Umrisse in manchen Beziehungen noch sein mögen, halte ich dieselben doch für einen im allgemeinen wesentlich festen Rahmen, welcher weiteren Untersuchungen zur Grundlage dienen kann. Aus diesem Grunde habe ich mich auch zur vorläufig nur skizzenhaften Mittheilung dieser Studien entschlossen, eine weitere Ausführung und Belegung dem dritten Theile meiner Arbeit „über das Gebirge um Hallstatt“¹ vorbehaltend.

I. Faunengebiete.

Bereits in meiner ersten, vor fünf Jahren publicirten Arbeit über die Gliederung der oberen Triasbildungen der Ostalpen² hatte ich mitgetheilt, dass eine höchst scharfe paläontologische Scheidelinie mitten durch den Complex der sogenannten Hallstätter Kalke durchläuft. Nach derselben zerlegte ich den bis dahin ungetheilten Hallstätter Kalk in eine untere und in eine obere Abtheilung und benützte gleichzeitig diese Grenze zur Trennungslinie zwischen meiner norischen und karnischen Stufe.

Es zeigt sich nun, dass der Beginn der karnischen Stufe mit einem für die Alpen höchst wichtigen Ereigniss zusammenfällt. Während der ganzen Dauer der norischen Stufe wurden die Gewässer, aus denen sich die Zlambach-Schichten und die unteren Hallstätter Kalke niederschlugen, von eigenthümlichen, in den Alpen lediglich auf das Verbreitungsgebiet der genannten Bildungen beschränkten Faunen bewohnt. Es hatte sich, was wol nur Folge einer ziemlich vollständigen Isolirung sein kann, in dem räumlich nicht sehr ausgedehnten Striche der Nordalpen zwischen Berchtesgaden im Westen und dem Leithagebirge im Osten ein selbständiges Faunengebiet herausgebildet, welches nicht eine einzige Art mit den bekannten übrigen Triasdistricten der Alpen gemein hat, obwohl es an homolog entwickelten, sogenannten vicarirenden Arten nicht fehlt.

Erst mit dem Beginn der karnischen Stufe öffneten sich wieder Communicationen nach Westen und Süden; charakteristische Typen des Salzkammergutes verbreiteten sich in die benachbarten Meerestheile und ebenso drangen in ziemlich bedeutender Anzahl fremdartige Elemente in das Gebiet der Hallstätter Kalke ein, wo sie sich mit der autochthonen Bevölkerung mischten und im Kampfe um das Dasein zum grössten Theile die Oberhand über die Eingebornen behielten.

Ein schlagendes Beispiel dieser Verschiedenheit der Faunen, welches auch dem nicht näher mit den verschiedenen Typen der Triasfaunen Vertrauten sofort verständlich ist, liefern die Pelecypoden-Gattungen *Daonella* und *Halobia*. *Daonella*, die ältere Gattung, erscheint bereits im unteren Muschelkalk; die durch das Vorhandensein eines vorderen Ohres von *Daonella* sich unterscheidende Gattung *Halobia* tritt zuerst in den Zlambach-Schichten auf und ersetzt im Gebiete der Hallstätter Kalke zur norischen Zeit vollständig die Gattung *Daonella* derart, dass während

¹ Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. VI.

² Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1869.

der ganzen norischen Stufe in den Hallstätter Kalken keine einzige *Daonella* und in den übrigen norischen Ablagerungen der Alpen keine einzige *Halobia* zu finden ist. Erst zur karnischen Zeit drangen, nachdem eine ungehinderte Communication wieder hergestellt war, mit einer grossen Anzahl anderer Typen Daonellen in das Gebiet der Hallstätter Kalke ein und verbreitete sich *Halobia rugosa*, welche mit ihrem Stamme in den norischen Hallstätter Kalken wurzelt, über einen grossen Theil des übrigen alpinen Triasdistrictes. Mit diesen eigenthümlichen Vorgängen steht es wahrscheinlich im Zusammenhange, dass die beiden einzigen mir bekannten echten aussereuropäischen Halobien, *Halobia Hochstetteri* aus Neuseeland und *Halobia Zitteli* aus Spitzbergen, dem Stamme der *Halobia rugosa* angehören.

An der Stelle der auf das Gebiet der Hallstätter Kalke beschränkten Faunen finden wir in den übrigen Theilen der Triaskalkalpen zwischen den gleichen Hangend- und Liegendschichten andere aus abweichenden Stämmen gebildete Faunen, welche in genetischer Beziehung auf das innigste mit den vorhergehenden und folgenden Faunen zusammenhängen und eine viel weitere horizontale Verbreitung in den Alpen besitzen, als die gleichzeitigen Faunen der Zlambach- und Hallstätter-Schichten.

Ich werde fortan das norische Faunengebiet des Salzkammergutes als die „**Juvavische Provinz**“ der norischen Stufe bezeichnen im Gegensatze zur „**Mediterranen Provinz**“, unter welcher Benennung der übrige grössere Theil des alpinen Triasgebietes verstanden werden soll.

Die juvavische Provinz beginnt im Westen in der Gegend von Berchtesgaden; ihre westliche Begrenzung gegen die mediterrane Provinz hat man wahrscheinlich durch gleichzeitig im Entstehen begriffene Barrieren von weissen Kalk- und Dolomitstöcken gebildet sich vorzustellen, welche, die ganze Breite der Kalkalpen an dieser Stelle einnehmend, aus Nordtirol nach Salzburg und Berchtesgaden herüberreichen. Ihre südliche Grenze verläuft durchaus etwas nördlich von der gegenwärtigen südlichen Grenze der nördlichen Kalkalpen. Mit ihren typischen fossilführenden Faciesgebilden reicht die juvavische Provinz gegen Norden nirgends durch die ganze Breite der Kalkalpen; sie ist in den nördlichen Aussenzonen entweder durch geringmächtige, fossilarme Faciesgebilde oder aber auch stellenweise vielleicht gar nicht vertreten. Der östlichste bekannte Punkt der juvavischen Provinz in den Alpen ist Hörnstein bei Wiener Neustadt.

Gegen Osten scheint die juvavische Provinz während des grössten Theils der norischen Zeit ebenfalls abgeschlossen gewesen zu sein. Es finden sich auf der Nordseite der Karpathen in der Bukowina norische Ablagerungen mit mediterraner Fauna (*Lytoceras Wengense*, *Trachyceras* cf. *Archelaus*, *Daonella Lommeli*). Erst am Schlusse der norischen Zeit öffnete sich, entlang dem nördlichen Aussenrande der Karpathen, eine Verbindung mit östlicheren Gegenden, was aus dem Vorkommen von einigen charakteristischen Arten der juvavischen Zone des *Trachyceras bicrenatum* im äussersten Osten Siebenbürgens hervorgeht¹.

¹ Es wäre indessen möglich, dass ein nördlicherer jetzt von Kreide- und Tertiär-Bildungen eingenommener Strich des Karpathen-Vorlandes während der ganzen norischen Zeit der juvavischen Provinz angehört hätte, worüber noch zu machende Funde im Osten Aufschluss geben müssten.

Die Vermischung der juvavischen und mediterranen Typen am Beginne der karnischen Zeit gieng nicht plötzlich vor sich; während der Bildungsdauer der juvavischen Zone des *Bucephalus subbullatus* erschienen noch verhältnissmässig wenige mediterrane Typen in der juvavischen Provinz und wanderten nur sehr wenige juvavische Typen in die mediterrane Provinz aus. Erst am Beginne der folgenden Zone des *Trachyceras Amoides* erschienen die mediterranen Typen in grosser Zahl im Gebiete der juvavischen Provinz.

Eine in theoretischer Beziehung sehr interessante Thatsache, welche mit der Abschliessung der kleinen juvavischen Provinz zusammenhängt, ist die ausserordentlich rasche und successive in sehr schnellem Schritte vor sich gehende Abänderung der Arten innerhalb dieser Provinz, während sich in der weiteren und wahrscheinlich gegen die Oceane ziemlich offenen mediterranen Provinz die Umänderung der Faunen langsamer vollzog.

Die Existenz einer weiteren, während der norischen, karnischen und theilweise auch während der rhätischen Zeit von den europäischen Triasdistricten gesonderten Provinz kann aus der Intermittenz der Ammoniten-Gattungen *Aegoceras* und *Amaltheus* erschlossen werden. Es sind diese beiden Ammoniten-Gattungen bekanntlich im alpinen Muschelkalk durch hoch entwickelte, nicht sehr seltene Arten ausgezeichnet vertreten. Mit Ausnahme eines vereinzelt Vorkommens eines *Amaltheus* in den mediterranen Gewässern der norischen Stufe sind mir unter den nach Tausenden von Exemplaren zählenden Ammoniten der norischen und karnischen Stufe aus den Alpen keine Repräsentanten dieser Gattungen bekannt geworden. Es darf hieraus wol mit ziemlich grosser Sicherheit gefolgert werden, dass mit dem Beginn der norischen Stufe *Aegoceras* und *Amaltheus* aus den europäischen Gewässern verdrängt wurden. Erst in den rhätischen Bildungen erscheint *Aegoceras planorboides* als Vorläufer der mit dem weit um sich greifenden Einbruche des Jurameeres in unsere Gegenden wieder zurückkehrenden Gattungen. Da die Annahme, dass *Aegoceras* und *Amaltheus* am Schluss der Muschelkalkzeit erloschen und im Jura wieder neu entstanden wären, unstatthaft ist, müssen wir auf eine aussereuropäische Triasprovinz schliessen, in welcher die genannten Gattungen, vielleicht noch in Gesellschaft von *Arietites*, während der Zeit der Keuperpflanzen lebten. Ueber die Gegend, in welcher diese Provinz sich befand, sind uns heute noch kaum Vermuthungen gestattet. Einen Fingerzeig indessen, dass die erst aufzufindende Provinz im Osten oder im Südosten zu suchen sein dürfte, erhalten wir durch die mit *Aegoceras* und *Amaltheus* gleichzeitig in Europa wieder erscheinende Gattung *Phylloceras*, welche zur norischen Zeit in der juvavischen Provinz vorhanden war, während der karnischen und rhätischen Zeit aber in Europa vollständig fehlte. Es ist die westliche Grenze der juvavischen Provinz genau bekannt, wir wissen ferner, dass gelegentlich der am Schlusse der norischen Stufe eröffneten Communication am Nordrande der Karpathen sich auch *Phylloceras* nach dem Osten Siebenbürgens verbreitete. Es ist daher wahrscheinlich, dass sich *Phylloceras* nach östlichen oder südöstlichen Meeren zurückzog.

Während des Verlaufs der karnischen Zeit findet sich in Einem Horizonte im alpinen Triasgebiete noch eine weitere, zwar weniger scharfe, aber doch immerhin auffallende provincielle Sonderung der

Fauna. Es ist dies in den Raibler Schichten der Südalpen der Fall. Ein geschlossenes, zusammengehöriges Faunengebiet bilden hier die lombardischen Alpen, Südtirol mit Venetien, Kärnten und Krain nördlich bis zu der von Sillian im Pusterthale durch das südliche Gailthaler Gebirge und die Karavanken fortstreichenden Zone von paläozoischen Bildungen. In diesem Gebiete herrscht nebst mehreren anderen eigenthümlichen Formen *Trigonia Kefersteini* und *Pachycardia rugosa*. Nördlich von dem erwähnten paläozoischen Scheidertieken finden wir in den Raibler Schichten der Karavanken und des Villacher Gebirges (Bleiberger Schichten) eine Reihe von Arten, welche dem Gebiete der *Trigonia Kefersteini* vollständig fehlen; ich erwähne vorläufig nur *Pinacoceras floridum*, *Halobia rugosa*, *Cardita crenata* Auct. (welche wol als besondere Art von der grösseren typischen *Cardita crenata* von St. Cassian abzusondern sein wird). Dieser nördlichen Provinz der Raibler Schichten gehört ausser den genannten kärntischen Gegenden das Lienzer Gebirge in Südtirol und das gesammte Gebiet der Nordkalkalpen an. Eine Reihe von Arten ist beiden Provinzen gemeinschaftlich, einige andere dagegen und gerade solche, welche innerhalb ihres Verbreitungsgebietes eine dominirende Rolle spielen und den betreffenden Schichten eine ausgeprägte Signatur verleihen, halten sich strenge an die angegebene Grenze.

II. Normalgliederung der alpinen Trias.

Nicht leicht dürfte in ihrer allgemeinen, systematischen Anwendung eine Formationsbezeichnung unpassender und nichtssagender sein, als der Name „Trias“ in seiner Ausdehnung auf die alpinen Bildungen. Vom Buntsandsteine kann paläontologisch nur der Röth in Betracht kommen, welchem Eine marine Fauna entspricht. Der Muschelkalk zerfällt in und ausser den Alpen in zwei marine Faunen. Dem ausseralpinen Keuper, einer ziemlich eintönigen Binnensalzsee- und Festlandbildung, entsprechen in den Alpen in der mediterranen Provinz sieben (!) marine Faunen. Die drei Abtheilungen der Trias verhalten sich daher zu einander, wie 1 : 2 : 7. Wenn wir nun auch den einmal in die Wissenschaft eingebürgerten Namen „Trias“ für das ganze System beibehalten wollen, können wir uns unmöglich dazu entschliessen, die so ungleichwertige Unterabtheilung in eine untere, mittlere und obere Trias im Sinne der ausseralpinen deutschen Triasforscher anzunehmen. Wir wollen, um uns so viel als möglich an die hergebrachte, ausseralpine Terminologie anzulehnen, welche man aber ihrer Einseitigkeit und vollständig nur localen Bedeutung halber wol nicht als die einzig wissenschaftlich berechnete wird ausgeben dürfen, für die alpinen Werfener Schichten mit *Trigonia costata*, *Naticella costata*, *Monotis Clarae* und *Trachyc. Cassianum* die Bezeichnung „Röth“, wie Benecke vorgeschlagen hat, gelten lassen, und ebenso für die beiden folgenden Faunen, d. i. für die Schichten mit *Trachyceras Balaticum* und die Bildungen mit *Arcestes Studeri* die altersgraue Benennung „Muschelkalk“ mit Unterscheidung eines unteren, dem ausseralpinen Wellenkalk gleichzusetzenden und eines oberen, beiläufig dem ausseralpinen Hauptmuschelkalk zu parallelisirenden annehmen. Wir verwahren uns aber gegen die Zumuthung, dass wir deshalb eine gleichwertige Dreitheilung der Trias nach dem Schema v. Alberti's anerkennen; wir bezwecken

lediglich durch die Annahme dieser Ausdrücke die geologische Aequivalenz dieser alpinen Bildungen mit den bekannten ausseralpinen Ablagerungen auszudrücken.

Die sieben höher folgenden marinen Faunen, welche in ihrer Gesamtheit dem ausseralpinen Keuper entsprechen, gruppieren wir conform den bereits vor fünf Jahren aufgestellten Unterscheidungen in drei Stufen, in die norische, karnische und rhätische Stufe ¹, wobei wir jedoch das Hauptgewicht auf die Unterscheidung der einzelnen Faunen legen, da wir nicht läugnen dürfen, dass auch diese Stufen unter einander nicht völlig gleichwertig sind. Der rhätischen Stufe entspricht nur Eine Fauna, die karnische Stufe zerfällt in vier, nahe verbundene Faunen, die norische Stufe enthält in der mediterranen Provinz zwei Faunen. Wäre für die rhätische Stufe durch die ganz bestimmte Beschränkung dieser Bezeichnung auf die Zone der *Avicula contorta* nicht ein Präjudiz geschaffen, so würde ich den Hauptdolomit gerne als untere Abtheilung in die rhätische Stufe setzen, wodurch die nahen Beziehungen zwischen den Kössener Schichten und dem Hauptdolomit angedeutet würden und die Zahl der karnischen Faunen auf drei sinken würde. Indessen ist die Abgrenzung und Ausdehnung dieser Stufen doch nur von relativer, local mehr minder beschränkter Bedeutung. Von absolutem Werte in Beziehung auf Eintheilung und stratigraphische Gliederung sind nur die Einzelfaunen (Zonen Oppel's), alle übrigen Zusammenfassungen zu Einheiten höherer Ordnungen sind mehr weniger künstlich und willkürlich, in praktischer Beziehung zur Vereinfachung und Abkürzung der conventionellen Ausdrucksweise jedoch schwer entbehrlich.

Die Reihenfolge der Faunen oder der, Einzelfaunen nahezu entsprechenden Glieder ist in der mediterranen Provinz die folgende:

Hangend: Die liasische Zone des *Aegoceras planorbis*.

Rhätische Stufe	Kössener Schichten, incl. den sog. oberen Dachsteinkalk.
Karnische Stufe	Hauptdolomit und Dachsteinkalk.
	Raibler Schichten (Cardita-Schichten).
	Zone des <i>Trachyc. Aonoides</i> .
	Zone von St. Cassian.

¹ Die damals errichteten Unterabtheilungen: Oenische, halorische, badiotische, larische Gruppe lasse ich aus Gründen, welche sich aus der folgenden Darstellung ergeben, fallen.

Norische Stufe	Wengener Schichten. Zone der <i>Duonella Lommeli</i> und des <i>Trachyc. Archelaus</i> .
	Horizont des <i>Trachyc. Reitzi</i> . Buchensteiner Kalk von Gröden.
Muschelkalk	Oberer Muschelkalk. Zone des <i>Arc. Studeri</i> .
	Unterer Muschelkalk. Zone des <i>Trachyc. Balatonicum</i> .
Buntsandstein	Röth. Werfener Schichten (Seisser und Campiler Schichten ¹).
	Grödener Sandstein z. Th.

Liegend: Permische Sandsteine, Quarzite und Kalke (Röthi-Kalk, Schwazer Kalk z. Th.), Porphyry von Botzcn.

Es bedarf wol kaum besonderer Erwähnung, dass vorstehendes Profil insoferne ein ideales ist, als noch an keinem Punkte die sämmtlichen Glieder in typischer Entwicklung übereinander nachgewiesen werden konnten. Der Grund davon liegt zum grossen Theile in dem raschen Wechsel der Facies, über welchen im nächsten Capitel gehandelt werden wird.

¹ Herr Gumbel (Geogn. Mitth. a. d. Alpen. Sitz. Ber. d. bayer. Akad. d. Wiss. 1873, pag. 26, Note) findet es „ganz ungerechtfertigt“, dass ich den Begriff „Werfener Schiefer“ auf die versteinungsreichen oberen Lagen beschränkte (Jahrb. geol. Reichsanst. 1871, pag. 126) und beruft sich diesem Vorgange gegenüber auf die im Jahre 1872 erschienene Auseinandersetzung Fr. v. Hauer's (Jahrb. Reichsanst. 1872, pag. 225), welche jedoch genau mit meiner, von Gumbel getadelten Auffassung übereinstimmt. Herr v. Hauer bemerkt ausdrücklich, dass er den Namen „Werfener Schichten“ auf den der unteren Trias angehörigen Theil des Lill'schen, auch paläozoische Schichten umfassenden Complexes beschränkte. Jeder Zweifel über die v. Hauer'sche Anschauung wird beseitigt durch die in derselben Arbeit, pag. 161 und 216 enthaltenen Bemerkungen über die Seisser- und Campiler Schichten, welche beide Complexe zusammen als das Aequivalent der nordalpinen Werfener Schichten erklärt werden. — Ueberdies fehlt gerade bei Werfen, mithin in der als Typus anzusehenden Gegend, der Grödener Sandstein, welcher weiter westlich in Nordtirol und Vorarlberg eine hervorragende Rolle spielt. — Der mir gemachte Vorwurf, der Schichtenreihe der Werfener Schichten eine willkürliche Ausdehnung gegeben zu haben, trifft daher nicht nur mich, sondern auch Herrn v. Hauer. Inwieferne es aber ganz ungerechtfertigt ist, einen Schichtcomplex paläontologisch und stratigraphisch bestimmt zu umgrenzen und von entweder gar nicht an der typischen Localität vorhandenen oder im Alter weit verschiedenen Bildungen loszulösen, möge jeder Unbefangene beurtheilen.

Einige Abweichungen von den älteren Angaben bedürfen specieller Besprechung.

Die wichtigste und auffallendste Aenderung betrifft die Stellung der Cassianer Schichten. Ich hatte bisher vorzüglich auf die Angabe Stur's von dem Vorkommen der *Halobia rugosa* und des *Pinacoc. floridum* an der Basis der Cassianer Schichten, sowie wegen der unlängbar nahen Uebereinstimmung mehrerer Arten mit Formen der Cardita- (Raibler-) Schichten die chronologische Gleichwertigkeit der Cassianer und Raibler Schichten angenommen. Nun hat sich die erste Voraussetzung als unrichtig erwiesen. Die angebliche *Halobia rugosa* ist eine *Posidonomya cf. Wengensis*¹, das citirte *Pinacoc. floridum*, ein Wohnkammer-Bruchstück, welches zur sicheren Bestimmung nicht ausreicht, stammt aber aus den Tuffen mit *Pachycardia rugosa* der Seisser Alpe, welche, wie v. Richtofen annahm, wahrscheinlich Raibler Schichten repräsentiren. Dagegen liegen nunmehr folgende Anhaltspunkte zur Beurtheilung der stratigraphischen Stellung der Cassianer Schichten vor. Eine grössere Anzahl von Cassianer Cephalopoden-Typen findet sich theils in identischen, theils in nur wenig abweichenden Formen in den untersten Lagen der Zone des *Trachyc. Aonoides* in jenem Niveau des Hallstätterkalks, in welchem zuerst die in das Gebiet der juvavischen Provinz eingewanderten mediterranen Elemente in grösserer Zahl zu finden sind. In den höheren Lagen nimmt die Zahl der Cassianer Typen rasch ab oder es verändern sich dieselben in bedeutenderer Weise. Die Fauna der über der Zone des *Trachyc. Aonoides* folgenden Raibler Schichten enthält zwar noch einige wenige Cassianer Formen, die Mehrzahl der vorkommenden Cephalopoden sowie die charakteristische *Halobia rugosa* stammen jedoch aus den obersten Lagen des *Trachyc. Aonoides*. Es ergibt sich aus diesem Verhältnisse die Wahrscheinlichkeit einer intermediären Stellung der Schichten mit *Trachyc. Aonoides* zwischen den Cassianer und Raibler Schichten. Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung führt die Vergleichung von Arten derselben Formenreihen, welche den Cassianer Schichten und der Zone des *Trachyc. Aonoides* angehören. Die aus Cassianer Schichten stammenden Formen stehen auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe, als die Arten aus der Zone des *Trachyc. Aonoides* und vermitteln selbst wieder zwischen letzterer Zone und der Fauna der Wengener Schichten.

Der geognostische Nachweis für die Richtigkeit dieser Stellung durch Beobachtung der Ueberlagerung fehlt zwar noch, indessen ergeben sich auch aus den direct beobachteten Lagerungsverhältnissen einige nicht unwichtige Anhaltspunkte zu Gunsten unserer Anschauung. Die Cassianer Schichten lagern sowol bei St. Cassian und auf der Seisser Alpe, als auch im Gebiete von Zoldo unmittelbar über Sedimentärtuffen (doleritischen Sandsteinen von W. Fuchs) mit der Fauna von Wengen, Corvara und Daone. Bei Heiligenkreuz nächst St. Leonhard scheinen über feinkörnigen Tuffen und Mergeln, in welchen jedenfalls auch die Cassianer Schichten enthalten sind, unmittelbar die Raibler Schichten zu liegen, an anderen Punkten, wo eine directe Ueberlagerung zu constatiren ist, wie auf dem Setsass, auf dem Südfusse des Pelmo und nach Dr. Lo-

¹ E. v. Mojsisovics. Triasversteinerungen aus den Südalpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1873, pag. 435, Taf. XIV, Fig. 2, 3.

retz' Darstellung¹ auch auf dem Südgehänge des Mte. Lagazuoi und Mte. Tofana in Ampezzo, schiebt sich ein nicht sehr mächtiger kalkiger und dolomitischer Complex zwischen die Cassianer und Raibler Schichten ein.

Andererseits ist an zahlreichen Orten, wie z. B. bei Raibl, auf der Petzen bei Schwarzenbach in Kärnten, im Bakonyer Walde, durch ganz Niederösterreich, die Ueberlagerung der Zone des *Trachyc. Aonoides* durch die Raibler Schichten constatirt. Da nun aus paläontologischen Gründen die Verschiedenaltigkeit der Zone des *Trachyc. Aonoides* und der Cassianer Fauna unzweifelhaft ist, wird man aus der gleichmässigen Ueberlagerung durch die Raibler Schichten nicht auf die Gleichzeitigkeit beider Faunen schliessen dürfen. Die Cassianer Fauna liegt unmittelbar über der Wengener Fauna; die Raibler Fauna, welche zwar auch die Cassianer überlagert, schliesst sich nicht dieser, sondern der Fauna des *Trachyc. Aonoides*, welche ebenfalls unter ihr liegt, zunächst an. Es geht sonach auch aus den beobachteten Ueberlagerungsverhältnissen mit grosser Wahrscheinlichkeit die angegebene Stellung der Cassianer Fauna hervor. Muthmasslich gehören daher die Dolomite und die tuffigen Mergel, welche an einigen Stellen, wie vorhin erwähnt, die Cassianer und Raibler Schichten trennen, der Zone des *Trachyc. Aonoides* an. Theilweise wenigstens den Cassianer Schichten könnte sonach der zwischen der Zone des *Trachyc. Aonoides* und den Kalken mit *Arc. tridentinus* (Wengener Sch.) liegende „Füreder Kalk“ Böckh's, entsprechen². Sehr viel zur unrichtigen Einreihung der Cassianer Schichten hat auch die Gleichstellung der sogenannten Schlernplateau-Schichten mit den Torer Schichten beigetragen, wodurch die sogenannten echten Raibler Schichten mit *Trigonia Kefersteini* in das Niveau von St. Cassian herabgedrückt wurden. Nach persönlicher Untersuchung der Fossilien der Schlernplateau-Schichten zweifle ich nicht im geringsten an der Richtigkeit der ursprünglichen Bestimmung Fr. v. Hauer's, welcher dieselben den Raibler Schichten mit *Trigonia Kefersteini* gleichstellte. Der Irrthum lag darin, dass man die Torer Schichten in paläontologischen Gegensatz zu den Raibler Schichten brachte, während beide thatsächlich nur locale Abtheilungen eines und desselben paläontologischen Horizontes sind. Dies zeigt sich am klarsten gerade aus dem Zusammenvorkommen von Raibler- und Torer Petrefacten auf dem Schlern und bei Heiligenkreuz.

Die Parallele zwischen Raibler Schichten, Bleiberger Schichten, Cardita-Schichten, Reingraben-Lunz-Opponitzer Schichten u. s. f. ergibt sich von selbst durch eine grosse Anzahl gemeinsamer Petrefacten, durch die gleichmässige Unterlagerung durch die Zone des *Trachyc. Aonoides* und die ebenso gleichartige Ueberlagerung durch den Hauptdolomit. Eine stattliche Reihe von Localnamen wird überflüssig, und werde ich fortan ausschliesslich die Bezeichnung „Raibler Schichten“ für die Provinz der *Trigonia Kefersteini* (Torer Schichten, Heiligenkreuz-Schich-

¹ Es scheint mir kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass die von Dr. Loretz (Neues Jahrb. von Leonhard und Geinitz 1873, pag. 625) als unterer Theil des „Schlernplateau“ bezeichneten Schichten die echten Cassianer Schichten sind.

² Ein Theil des Füreder Kalks muss aber noch wegen des Vorkommens der *Daonella Lomelli* den Wengener Schichten zugerechnet werden.

ten, Schlernplateau-Schichten, Schichten von Gorno und Dossena, Schichten von Dogna) und den bereits eingebürgerten Namen „Cardita-Schichten“ für die Provinz des *Pinacoceras floridum* und der *Halobia rugosa* (Bleiberger Schichten, Lünser Schichten, Arlberg-Kalk, untere und obere Cardita-Schichten, Raibler Schichten, Opponitzer Schichten, Lunzer Sandstein, Reingrabener Schichten) anwenden. Ein kritisches, genaues Studium der Petrefacten wird ohne Zweifel die Zahl der mit St. Cassian gemeinsamen Arten bedeutend reduciren.

Wissmann's Wengener Schichten sind durch mehrere identische Arten auf das innigste verbunden mit den Porphyrtuffen von Val Daone (S. Cassiano der lombardischen Geologen), mit den „doleritischen“ Sandsteinen von Agordo und Zoldo und mit den *Arcestes Tridentinus* führenden Kalken des Bakonyer Waldes. Mit der Zeit wird sich vielleicht eine weitere Gliederung dieses Complexes durchführen lassen, für welche bereits einige Andeutungen vorzuliegen scheinen. Geradezu als Leitmuschel der ganzen Abtheilung, incl. der höheren „doleritischen Sandsteine“ kann *Daonella Lommeti* genannt werden, welche strenge auf diese Schichten beschränkt ist und mit den Cephalopoden der doleritischen Sandsteine auch in der Bukowina am Nordgehänge der Karpathen wieder erscheint. Die Wengener Schichten der Gegend von Wengen, Corvara, St. Cassian, der Scisseralpe u. s. f. liegen über der dortigen von charakteristischen Kalkconglomeraten constant begleiteten Augitporphyrdecke. Die unter letzterer vorkommenden petrographisch ähnlichen Schichten, welche Gumbel in seiner neuesten Schrift als Wengener Schichten bezeichnete, führen abweichende Fossilien und werden von mir vorläufig mit den Buchensteiner Kalken zusammengefasst. Gut erhaltene Pflanzenreste, zum Theile neuen Arten angehörig, hat jüngst Lipold in den Wengener Schichten bei Idria (Skounze Graben) entdeckt. Die Bezeichnung „Wengener Schiefer“ ist häufig wegen der petrographischen und paläontologischen Aehnlichkeit der Facies auf die der Zone des *Trachyc. Aonooides* angehörigen „Fischschiefer“ von Raibl und „Aonschiefer“ von Niederösterreich ausgedehnt worden, wie ich bereits in meinen älteren Schriften nachwies.

Der Horizont des *Trachyc. Reitzi* wurde im vorigen Jahre von J. Böckh im Bakonyer Walde nachgewiesen¹. Die Trachyceraten dieses Niveau's befinden sich noch durchaus im Ceratiten-Stadium, entsprechend ihrer Stellung über dem Muschelkalk. Wahrscheinlich² entspricht diesem Gliede der Buchensteiner Kalk des Grödener Thales, welcher unter ganz analogen Verhältnissen eingelagert zwischen Sedimentärthuffen unter der Augitporphyrplatte der Seisser Alpe liegt und eine dem *Trachyc. Reitzi* sehr nahe stehende, wenn nicht identische Form geliefert hat.

Die Ueberlagerung der Zone des *Trachyc. Balatonicum* durch die Zone des *Arc. Studeri* wurde durch Böckh und Roth an zahlreichen Punkten des Bakonyer Waldes nachgewiesen. Die beiden Faunen sind scharf getrennt, hängen aber genetisch durch gemeinsamen Formenreihen

¹ Die geologischen Verhältnisse des südlichen Theiles des Bakony. Mitth. a. d. Jahrbuch der k. ungar. geolog. Anstalt, Bd. II.

² E. v. Mojsisovics. Ueber einige Trias-Versteinerungen aus den Südalpen. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1873, pag. 432.

angehörige Arten untereinander und mit der höheren Fauna des *Trachyc. Reitzi* innig zusammen.

Dagegen besteht vorläufig noch eine grossentheils unausgefüllte Lücke¹ zwischen der Zone des *Trachyc. Balatonicum* und den Schichten des alpinen Röth mit *Trachyc. Cassianum*, *Naticella costata*, *Trigonia costata* u. s. f.

Für die juvavische Provinz modificirt sich das vorstehend mitgetheilte Normalprofil in folgender Weise:

Hangend: die liasische Zone des *Aegoceras planorbis*.

Rhätische Stufe.	Kössener Schichten.
Karnische Stufe.	Dachsteinkalk.
	Cardita-Schichten.
	Zone des <i>Trachyc. Aonoides</i> .
	Zone des <i>Bucephalus subbullatus</i> .
Norische Stufe.	Unterer Hallstätter-Kalk, mit einer Reihe von altersverschiedenen Faunen.
	Zlanbach-Schichten.
Muschelkalk.	Zone des <i>Arc. Studeri</i> .
	Zone des <i>Trachyc. Balatonicum</i> , paläontologisch noch nicht nachgewiesen.
Buntsandstein.	Röth, Werfener Schichten mit <i>Trachyc. Cassianum</i> , <i>Trigonia costata</i> und <i>Naticella costata</i> .

Eine Besprechung erfordert hier vorläufig nur die der Zone des *Bucephalus subbullatus* angewiesene Stellung, welche die beiläufige Gleichzeitigkeit dieser Fauna mit den Schichten von St. Cassian involvirt. Es bedarf keiner Bemerkung, dass es fraglich, ja zweifelhaft ist, ob die untere Grenze der Zone des *Bucephalus subbullatus* genau mit der unteren Grenze der Fauna von St. Cassian zusammenfällt, da die bei-

¹ Durch die Güte des Herrn Haberfellner erhielt ich jüngst ein Exemplar eines *Arcestes* aus dem Stamme der Rugiferen aus obersteyrischen Werfener Sandsteinen.

den Faunen aus völlig verschiedenen Faunen getrennter Provinzen hervorgegangen sind. Die obere Grenze dagegen ist ziemlich sicher, da sich in den an der Basis der Zone des *Trachyc. Aonoides* liegenden Schichten mit *Arcestes ellipticus* unzweifelhafte Elemente der Cassianer Fauna mit Elementen der Fauna des *Bucephalus subbullatus* zusammen vorfinden. Eine theilweise Gleichaltrigkeit lässt sich also mit den uns zu Gebote stehenden Mitteln immerhin erschliessen, und da es sich um scheinbar gleichwertige Einheiten bei diesem Vergleiche handelt, dürfte die angenommene Parallelisirung nicht völlig in der Luft schweben. Auch sprechen noch einige weitere, wenn auch der Natur der Sache nach vereinzelt Thatsachen zu Gunsten dieser Ansicht, während mir nicht ein einziges widersprechendes Factum bekannt ist. Das Vorkommen einiger mediterraner Typen in den Schichten mit *Bucephalus subbullatus* (*Lytoceras*, Gruppe des *Arc. delphinus* und *Arc. bicarinatus*), ferner das Auftreten von *Bucephalus cf. subbullatus* im oberen Wettersteinkalk Nordtirol's zugleich mit dem mediterranen *Sageceras Haidingeri*, das Vorkommen einer *Halobia* im Füreder Kalk des Bakonyer Waldes und endlich die vereinzeltten Funde einer Art der juvavischen Formenreihe des *Arc. tornatus* in den Schichten von St. Cassian (*Arc. striatulus Münst.*) deuten nämlich darauf hin, dass eine unvollkommene Verbindung der juvavischen und mediterranen Provinz zur Zeit der Schichten von St. Cassian und der Zone des *Bucephalus subbullatus* bereits angebahnt war, was wieder auf die beiläufige Gleichzeitigkeit der beiden verglichenen Faunen zurückschliessen lässt.

III. Facies-Gebilde.

Man begegnet in der alpinen Literatur bereits zahlreichen Angaben über das Vorkommen abweichender Facies und über das merkwürdig rasche horizontale Verschwinden mächtiger Bildungen. Die wenigsten dieser Angaben beruhen jedoch auf sichergestellten und entscheidenden Thatsachen und in den meisten Fällen manifestirt sich nur die instinctive Ahnung des thatsächlich vorhandenen grellen Facieswechsels. Es ist daher nicht zu verwundern, dass man in Folge dieser unrichtigen Auslegung der Faciesverhältnisse misstrauisch wurde gegen alle derartigen, *a priori* nicht sehr wahrscheinlichen Angaben und in den letzteren nur den Ausdruck der noch sehr mangelhaften Kenntniss der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der Alpen erblickte.

Es ist sicherlich nicht das geringste Verdienst Ferd. von Richthofen's um die geologische Kenntniss der Ostalpen, zuerst in den Umgebungen der Scisser Alpe und von St. Cassian das Vorhandensein und gegenseitige Verhalten sehr contrastirender, stellvertretender Faciesgebilde erkannt zu haben, indem er nachwies, dass sich zwischen den von ihm als Korallenriffe bezeichneten Stöcken des Schlerndolomits gleichzeitig gebildete „Zwischenriff-“ Ablagerungen mit der Fauna von St. Cassian befinden. Mancherlei Einwendungen und Bedenken gegen diese „Korallriff-Theorie“ wurden laut — ob stichhältig oder nicht, wollen wir vorläufig nicht untersuchen — die gegebene Anregung wirkte jedoch befruchtend und gestaltend, indem sie die Richtung bezeichnete, in

welcher weiter untersucht und geforscht werden sollte. Die neuesten Untersuchungen haben v. Richthofen's ursprüngliche Parallele zwischen dem Schlerndolomit und den Zwischenriffbildungen zwar bedeutend modificirt und erweitert, den zu Grunde liegenden Gedanken, dass eine Kalk- und Dolomifacies einer thonig-kalkigen Facies parallel stehe, aber glänzend gerechtfertigt.

Stur¹ und G ü m b e l², der erstere ein eifriger Anhänger der v. Richthofen'schen Korallenriff-Theorie, der letztere ein ebenso entschiedener Gegner derselben, haben sich durch einschlägige Untersuchungen, welche zu im wesentlichen übereinstimmenden Resultaten führten, grosse Verdienste erworben. Insbesondere trugen G ü m b e l's Untersuchungen im Mendelgebirge wesentlich dazu bei, das gegenseitige Verhältniss der Dolomifacies zur Tuffacies zu präcisiren. Auch die Untersuchungen von Loretz³ haben mancherlei wertvolle Aufschlüsse gebracht.

Ich selbst hatte im Laufe der letzten Jahre mehrfach Gelegenheit, nicht nur die durch v. Richthofen, Stur und G ü m b e l geschilderten Localitäten zu untersuchen, sondern auch meine Beobachtungen über das im Süden angrenzende, analoge Gebiet von Agordo und Zoldo auszudehnen. Die vielen und wegen der regelmässigen, wenig gestörten Lagerung klaren Aufschlüsse überzeugten mich vollständig von der Richtigkeit der die Faciesverhältnisse dieses Districtes betreffenden Anschauungen Stur's und G ü m b e l's, gegen welche ich anfänglich einige Zweifel nicht bemeistern konnte.

Es wird sich aus dem Verlaufe der folgenden Darstellung ergeben, dass das Nebeneinander-Auftreten einer fossilarmen Kalk- und Dolomifacies und einer meistens fossilreichen Mergel- oder Mergelkalkfacies zwischen dem Röth und den Raibler Schichten keineswegs bloss auf Südtirol beschränkt, sondern eine über das ganze Gebiet der alpinen Trias verbreitete Erscheinung ist.

A. Südalpen.

1. Südtirol, Agordo und Zoldo. Die einfachen, zweifellosen tektonischen Verhältnisse dieses Districtes eignen denselben ganz vorzüglich zum Ausgangspunkte für die Betrachtung der alpinen Faciesgebilde. Auch der Umstand, dass für diesen Bezirk allein bereits richtige Darstellungen der Faciesverhältnisse und detaillirte Localbeschreibungen in der Literatur vorliegen, empfehlen denselben als eine geeignete Grundlage für die Vergleichung mit weniger augenfälligen und durch tektonische Complicationen schwierigeren Districten.

Die ganze Reihe von Ablagerungen zwischen den Schichten des Röth (Seisser und Campiler Schichten) im Liegenden und den Raibler

¹ Eine Excursion in die Umgegend von St. Cassian. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1868, pag. 529.

² Das Mendel- und Schlernggebirge. Sitzungsber. d. bair. Akademie d. Wissensch. 1873, pag. 14.

³ Im neuen Jahrbuch von Leonhard und Geinitz. 1873, pag. 271, 337, 612, 854.

Schichten im Hangenden tritt in doppelter Ausbildungsform nebeneinander auf. Die eine Facies bildet ein heller, häufig nur undeutlich oder in sehr dicken Bänken geschichteter Dolomit oder dolomitischer Kalk, von v. Richthofen Schlerndolomit und, wie Gümbel gezeigt hat, auch Mendoladolomit genannt. Diese Facies ist paläontologisch namentlich charakterisirt durch grosse Gasteropoden (*Natica*, *Chemnitzia*) und die eigenthümlichen Foraminiferen, für welche Schafhäütl die Gattung *Diplopora* und Gümbel die synonyme Gattung *Gypoporella* schuf. Die andere Facies besteht vorwiegend aus gut geschichteten dunklen Sedimenten. Ihr gehören die unter den Bezeichnungen: Cassianer Schichten, Wengener Schichten (Sedimentärtuffe, doleritische Sandsteine), Buchensteiner Kalk, Schichten des *Arc. Studeri* und Schichten des *Trachyc. Balatonicum* (Dont, Val Inferna, Neuprags, Golser Berg) aufgeführten Formationen an, welche sowol nach ihrer petrographischen Beschaffenheit als nach ihren paläontologischen Einschlüssen (Cephalopoden, Pelecypoden, Brachiopoden, kleine Gasteropoden, Echinodermen, Crinoiden, Pflanzen) im grellen Gegensatz zur Dolomitfacies stehen.

Die Spuren der eruptiven Thätigkeit, deren Schauplatz dieser District bis in die Zeit der Bildung der Raibler Schichten gewesen ist, finden sich in beiden Facies aufwärts bis in die Raibler Schichten, theils in Gestalt von eruptiven Gangausfüllungen und Decken, theils in der Form mechanisch verkleinerter und den sedimentären Bildungen beigemengter Bestandtheile der Eruptivgesteine.

Die beiden genannten Facies können sich innerhalb der angegebenen verticalen Grenzen entweder durchaus oder nur theilweise in wechselnder Höhe gegenseitig ersetzen (Vgl. d. Tab., pag. 98, 99). So besteht an der Mendel und an der Westseite des Schlern, in den Bergen im Osten und Norden von Agordo¹ und nach Loretz auch in Sexten vom Röth bis zu den Raibler Schichten die ganze Schichtenfolge nur aus Dolomit, welcher in Folge dessen auch eine sehr bedeutende Mächtigkeit erreicht²; auf der Seisser Alpe, bei St. Cassian und in Val Zoldo³

¹ Das Petrefactenlager im Schlerndolomit des Sasso della Margherita bei Agordo (Vergl. Fr. v. Hauer. Ueber die von Herrn Bergrath W. Fuchs in den Venetianer Alpen gesammelten Fossilien. Denkschriften der k. k. Akademie der Wissenschaften Bd. II, unter der Rubrik Crinoidenkalk) dürfte wahrscheinlich der Bildungszeit der Cassianer Schichten angehören, wie bereits Fr. v. Hauer vermuthet hatte. Eine nähere Untersuchung und Präparirung der von Hauer als *Ammonites galeiformis*? und *Ammonites Aon* angeführten Ammoniten des Sasso della Margherita hat nämlich ergeben, dass die unter ersterem Namen bezeichneten Arcesten dem *Arc. Johannis Austriae* Klipst. von St. Cassian (welcher wahrscheinlich von *Arc. cymbiformis* Wulf. von Bleiberg zu trennen sein wird) und das als *Amm. Aon* citirte Exemplar dem *Trachyc. furcatum* Münst. (= *Trachyc. aequinodosum* Klipst. und *Laube*) sehr nahe stehen. Der fragmentäre Erhaltungszustand gestattet zwar keine völlig sichere Identificirung; doch stimmen Gestalt und Loben, soweit man dieselben beobachten kann, in beiden Fällen gut mit den genannten echten Cassianer Formen.

² Aus dem Dolomit des Mte. Cison bei Neumarkt, welcher in das Gebiet der vom Röth bis zu den Raibler Schichten reichenden Dolomitfacies gehört, citirt Emrich (Schaubach's Deutsche Alpen, 2. Auflage, Bd. I, pag. 724) den für die Wengener Schichten charakteristischen *Arcestes tridentinus*.

³ Aus den Sedimentärtuffen von Dont im Zoldianischen liegt mir ein Exemplar einer der grossen, die Dolomitfacies charakterisirenden *Naticen* vor, welches mit der kürzlich von mir aus dem friaulischen Triaskalk (Ueber einige Triasver-

dagegen herrschen vorwiegend die klastischen Formationen; nur unten im Muschelkalk erscheint in Gröden und im Ennebergischen auch die weisse Dolomitfacies; an anderen Stellen, wie im Osten von Wengen, am Peitlerkofel, am Langkofel beginnt die Dolomitfacies im oder über dem Muschelkalk oder über den Buchensteinerkalken; wieder an anderen Orten schalten sich zwischen die Sedimentärtuffe Einlagerungen des Dolomits ein, wie denn überhaupt die Etage der Tuffe mit *Daonella Lommeli* am häufigsten unter den genannten Gliedern durch Dolomit vertreten ist. Nach den Angaben des Dr. Loretz scheint sich östlich vom Set Sass über die Strada degli tre Sassi gegen Ampezzo hin die westlich vom Set Sass aus Sedimentärtuffen bestehende Unterlage der Cassianer Schichten in Dolomit umzusetzen.

Dieser Wechsel der Facies ist nicht, wie man erwarten sollte, ein allmählicher, schrittweiser, sondern in den meisten Fällen ein ganz jäher, sprungweiser. Nur an einer Stelle, auf dem vom Schlern gegen die Rosszähne sich hinziehenden Gehänge kann man auf der der Seisseralpe zugewendeten Seite die Alternirung des Sedimentärtuffes und des Schlerndolomits deutlich beobachten. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche sehr zu Gunsten der von F. v. Richthofen aufgestellten Hypothese der riffartigen Entstehung der Dolomitstöcke zu sprechen scheint, sind die mitten innerhalb des Tuffgebietes befindlichen isolirten Dolomitmassen des Langkofel und des Pordoigebirges, welche theilweise direct auf den untersten Lagen des Muschelkalks auflagern. Die Frage, ob zunächst Korallen oder kalkschalige Riesenforaminiferen das Hauptcontingent zur Bildung der Riffe geliefert haben, ist eine secundäre, da wir aus Dana's¹ Darstellungen wissen, dass die Korallen als solche nicht wesentlich für die Bildung des „Riffsteines“ sind. Die Schichtung des Schlerndolomits kann wol überhaupt kein ernstlicher Einwand gegen die riffartige Entstehung desselben sein, so lange wir über die Genesis der Plattung und Schichtabsonderung homogener Gesteine nicht mehr wissen, als heutzutage.

Eine von v. Richthofen selbst und später von Th. Scheerer² hervorgehobene Schwierigkeit, dass sich zwischen den Riffen auf der Tuff-Mergel-Facies keine Reste von Dachsteinkalk finden, welche doch auf dem Schlern und auf dem Pordoi- und Gerdenazza-Gebirge über der Riffacies vorkämen, behebt sich, sobald man über die engeren Grenzen des Gebietes der Seisseralpe hinausgeht. Bereits auf der Ostseite des Enneberg-Cassianer Thales erheben sich die Dachsteinkalke des Heiligen-

steinungen aus den Südalpen, Jahrb. geol. Reichsanstalt. 1873, pag. 434, Taf. XIII. Fig. 5) beschriebenen *Natica terzadica* der Gestalt nach vortrefflich übereinstimmt, aber keine Spur der farbigen Streifen erkennen lässt. Letzterer Umstand kann bei fossilen Formen wol nicht massgebend sein, da die Erhaltung der Farbenspur ein besonders günstiger Ausnahmefall ist. — Nach der Beschaffenheit des Tuffes dürfte diese *Natica* aus den Schichten mit *Trachyc. Archelaus* und *Trachyc. doleriticum* (Wengener Schichten) stammen.

¹ Corals and Coral Islands pag. 222—230, pag. 348, fg. — Die mechanische Wirkung der Wogen ist ein Hauptfactor bei der Bildung der Riffsteines. Ob das Material zum Aufbau von Korallen, Nulliporen, Bryozoen, Mollusken herührt, ist für den mechanischen Art der Riffbildung nicht vom Belang. Beispiele riffartiger Foraminiferenkalk liefern auch die häufig isolirten Massen von Nummulitenkalk in den Karpathen.

² Beiträge zur Erklärung der Dolomitbildung. Dresden 1865, pag. 31.

kreuzkofels über der Tuff- und Mergelfacies und das gleiche ist ausgezeichnet im Zoldianischen zu sehen, wo die rings isolirte thurmartige Dachsteinkalk-Masse des Pelmo dem Tuff-Terrain von Zoldo in fast schwebender Lagerung aufrucht. Es wird hieraus klar, dass auf den gegen oben entblösten Tuff-Terrains der Seisseralpe und von Stuores der Dachsteinkalk sammt den an seiner Basis liegenden Raibler Schichten durch Erosion entfernt worden ist.

2. Lombardei. Während es als festgestellt gelten darf, dass sich in einem grossen Theile der lombardischen Alpen zwischen schwarzen, tuffigen Kalken mit der Fauna der doleritischen Sandsteine und den Raibler Schichten lichte Gasteropoden führende Kalke (Lenna, Ardesè) als Vertreter der Cassianer Schichten und der Zone des *Trachyc. Aonoides* befinden, deuten einige Stellen in Curioni's Schriften darauf hin, dass local mergelige Gesteine anstatt dieser lichten Kalke eintreten, was durch spätere Untersuchungen noch sicherzustellen sein wird.

Auch liegen einige Anzeichen vor, welche die Vermuthung erwecken, dass in den Umgebungen von Regoledo und Esino zwei parallele Reihen scharf unterschiedener Faciesgebilde vorhanden seien. Darauf deutet einerseits das Vorkommen des *Trachyc. Regoledanum Mojs.*, welches für die Wengener Schichten charakteristisch ist, im Complexe der schwarzen Kalke von Regoledo, andererseits das Vorkommen einer Reihe von Petrefacten, welche für den Schlerndolomit und seine Aequivalente charakteristisch sind, im Esinokalk.

Dahin gehört ausser den bereits durch Hörnes und Stoppani genannten Gasteropoden insbesondere *Daonella Lommeli*. Ferner stehen die von Stoppani abgebildeten Esino-Cephalopoden ohne Zweifel den Arten des Wengener Schiefers viel näher, als Cassianer Formen, und dürfte die Untersuchung der Original Exemplare vielleicht sogar die Identität einiger Vorkommnisse ergeben. Eine neuerliche, sehr wünschenswerte Detail-Untersuchung der Umgegend von Esino wird die hier gewagte Vermuthung zu prüfen und zu entscheiden haben, ob nicht das locale Fehlen der Raibler Schichten zwischen dem Esinokalk und dem Hauptdolomit das Zusammenwerfen dieser muthmasslich altersverschiedenen Formationen verursacht hat.

3. Friaul. In diesem östlich an das Zoldianische und an das Ampezzaner Gebiet angrenzenden Districte, welcher vielleicht durch tektonische Störungen einige Complicationen erlitten hat, scheinen ähnliche Verhältnisse zu obwalten, wie in Südtirol. Bereits die von Taramelli gemachte Beobachtung der stark wechselnden Mächtigkeit seines *Calcare infraraibliano*, welchen er neuestens als Schlerndolomit bezeichnet, deutet auf wechselnde und stellvertretende Faciesgebilde hin. Ein grösseres Gewicht erlangt jedoch diese Vermuthung durch mir vorliegende Petrefacten. Ein Stück Sedimentärtuff mit *Daonella Lommeli* von Rio Acqua buona bei Forni Avoltri zeigt das typische Vorkommen von Wengener Schichten an. Aus dem *Calcare infraraibliano* dagegen liegen verschiedene Funde vor, welche die Vertretung mehrerer Horizonte der Tuff- und Mergelfacies von Südtirol in der Dolomit-Facies andeuten. Es sind dies: *Daonella Taramellii*, welche in den obersten Schichten des Buchensteiner Kalks von Gröden ihr Lager hat und nach Taramelli's Mittheilung an der Basis seines *Calcare infraraibliano* liegt; *Natica teradica*, welche auch in,

		Mendel Geb., westl. Schlern, Rosengarten, Latemar, Marmolata, Kette der Palle di San Martino.	Tuffplateau		Nordgehänge des	
			St. Cassian (Stuores), Set Sass.	Seisser Alpe.	Pordoi Geb.	Langkofel.
H.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	—	Hauptdolomit.	—
G.	Raibler-Schichten.	Raibler-Schichten.	Raibler-Schichten.	? Tuffe mit <i>Pachycardia rugosa</i> .	Raibler-Schichten.	—
F.	Zone des <i>Trachyc. Aonoides</i> .	Schlerndolomit.	Schlerndolomit.	Mergelige Tuffe.	Schlerndolomit.	
E.	Cassianer Schichten.		Cassianer-Schichten.	Tuffmergel und Kalke mit Cassianer Petrefacten.		
D.	Wengener Schichten.		Tuffe von Wengen.			
C.	Zone des <i>Trachyc. Reitsi</i> .		Conglomerate, Tuffe und Buchensteiner Kalk.			
B.	Muschelkalk.		Tuffe, Hornstein führender Kalk und Dolomit.			
A.	Röth.	Campiler und Seisser Schichten.	Campiler und Seisser-Schichten.	Campiler und Seisser-Schichten.		

Gerdenazza Gebirge.		Wengen, Heiligen-Kreutz Kofel.	Südseite des Valparola-, Lagazuoi- und Tofana- Gebirges.	Zoldo.	
Südseite.	Nordseite.				
Hauptdolomit.		Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	H.
Raibler Schichten.		Raibler Schichten.	Raibler Schichten.	Raibler Schichten.	G.
Schlerndolomit.	Schlerndolomit.	Mergelige Tuffe.	Schlerndolomit.	Mergelige Tuffe oder licht- grauer Kalk.	F.
		Cassianer Schichten.	Cassianer Schichten.	Cassianer Schichten (Tuffe und Kalke).	E.
Tuffe von Wengen.		Tuffe von Wengen.	Schlerndolomit.	Tuffe von Wengen.	D.
Conglom., Dolomit, Tuffe u. Buchenstei- ner Kalk.	Buchensteiner Kalk.	Conglomerate und Tuffe.	Buchensteiner Kalk.	Buchensteiner Kalk.	C.
Dolomit und dunkle Kalke.	? Kieselige Platten Kalke und Pietraverde.	Dolomit und dunkle, kies- elige Kalke.	Rother Dolomit und schwar- zer Kalk mit schieferigen Sandsteinen. ? Pietra verde.		B.
Campiler und Seisser Schichten.	Campiler und Seisser Schichten.	Campiler und Seisser Schichten.	Campiler und Seisser Schichten.		A.

wahrscheinlich mit den Wengener Schichten gleichzeitigen Sedimentärtuffen bei Dont in Val Zoldo vorkommt¹; die Gasteropoden und Pelecypoden des Sasso della Margherita (Schlerndolomit) bei Agordo, welche in Friaul in identischem Gestein wieder erscheinen und, wie oben bemerkt, muthmasslich der Zeit der Cassianer Schichten entsprechen; die Cephalopoden des rothen Kalks vom Mte. Clapsavon, welche wahrscheinlich der Fauna der oberen Abtheilung der Sedimentärtuffe von Wengen angehören.

4. Raibl. Eine im letzten Sommer in Gesellschaft des Herrn Dr. C. Dölter nach Wengen unternommene Excursion überzeugte uns, dass die typische Pietra verde, welche nach Dölter's² Untersuchungen ein kieselsäurereicher Porphyrtuff ist, tief unter dem Augitporphyr in einem Schichtenverbande auftritt, welcher muthmasslich noch dem Muschelkalk angehört. Zu gleichen Resultaten schienen mehrfache Beobachtungen im Zoldianischen zu führen, wo in nächster Nachbarschaft der Pietra verde rothe und graue Werfener Schiefer ähnliche Gesteine in Verbindung mit schwarzen Kalken und rothen Dolomiten vorkommen, welche die Fauna des *Arcestes Studeri* führen.

Die bisherige Annahme, dass alle über dem Rothliegend-Porphyr vorkommenden triadischen Eruptivgesteine ein jüngerer, als Muschelkalk-Alter besitzen, dürfte daher wahrscheinlich in der nächsten Zeit als unhaltbar erwiesen werden.

Die Frage nach dem Alter des Raibler Porphyrs³ und seiner Tuffe wird in Folge dessen neuerdings gestellt werden müssen und nur durch Auffindung entscheidender Petrefacten, welche noch fehlen, entschieden werden können.

Es ist klar, dass bis zur Beantwortung dieser Vorfrage das Verhältniss der Raibler Tuffe zum erzführenden Kalke (Schlerndolomit) zweifelhaft bleibt. Sollte sich herausstellen, dass die Raibler Tuffe dem (oberen) Muschelkalk angehören, dann hätte man den erzführenden Kalk als die Vertretung der Buchensteiner Kalke, der Wengener und Cassianer Schichten zu betrachten. Sollten aber in den Raibler Tuffen wirklich, wie Stur gemeint hat, auch höhere Zonen repräsentirt sein, dann würde der erzführende Kalk als ein zum Theile die Stelle der Tuffe vertretendes Faciesgebilde angesehen werden müssen, welches als höchste Zone noch die Cassianer Schichten umfasst, da die überlagernden „Fischschiefer“ der Zone des *Trachyc. Aonoides* angehören.

5. Idria. Die Triasbildungen der Umgebung von Idria in Krain sind vorwiegend in einer der Tuff- und Mergelfacies der Cassianer Gegend entsprechenden Weise vertreten. Ich hatte zwischen 22. — 26. Mai 1872 Gelegenheit, in Gesellschaft des Herrn Dr. E. Tietze und unter freundlicher Führung des Herrn Oberbergrathes Lipold, dessen un-

¹ Vergl. oben pag. 95, Note 3 unter dem Text.

² Neues Jahrbuch von Leonhard und Geinitz 1873, pag. 573.

³ Als Einschlüsse der doleritischen Sandsteine fand ich bei Agordo nuss-grosse Geschiebe von rothem Quarz Porphyr, ähnlich dem bekannten Botzener Porphyr. Im Ennebergischen findet man nicht selten im Bereiche der Sedimentärtuffe bis kindskopfgrosse Geschiebe krystallinischer Schiefer, welche nach den orographischen Verhältnissen unmöglich von diluvialen Gletschern transportirt worden sein konnten, dagegen wol als Einschlüsse der Tuffe gedeutet werden können.

ermüdlichen Bestrebungen viele Entdeckungen in der Umgebung von Idria zu danken sind, die instructivsten Aufschlüsse zu sehen. Mit Zugrundelegung von Lipold's Sammlungen und mündlichen Mittheilungen vereinigten wir uns über nachstehende Reihenfolge der Triasglieder:

- a) Hauptdolomit.
- b) Raibler Schichten, bestehend aus grobkörnigen Tuffen und Mergeln. Kalkbank mit *Pachycardia rugosa* und Kohlenschmitzen. In etwas mergeligem, glimmerführenden Gestein *Solen caudatus*, in sandigem Schiefer *Trigonia Kefersteini* und *Pecten filosus*.
- c) Graue, knollige Kalkplatten mit *Megalodus columbella* und anderen Bivalven.
- d) Hellweisser Dolomit und Kalk, 6—8 Meter mächtig, mit Korallenresten und grossen Gastropoden.
- e) Schwarze Kalke mit schiefrigen Zwischenmitteln. *Posidonomya Idriana*, *Entrochus cf. cassianus*, zahlreiche kleine Gasteropoden und Bivalven, Fischschuppen, Voltzien (*Voltzia Foetterli* und *Voltzia Haueri* nach Stur's Bestimmung). 30—40 Meter mächtig.
- f) Tuffe und Tuffmergel mit *Daonella Lommeli*, *Posidonomya Wengensis* und Trachyceraten¹. Pflanzenreste.
- g) Durch Wechsellagerung mit den Tuffen innig verbunden, mergelige Kalke und Kalkschiefer mit einer reichen, zum Theil neuen Flora, welche Stur mit Bestimmtheit als „obertriadisch“ bezeichnet.
- h) Graue Knollenkalke mit Hornstein-Ausscheidungen, sehr ähnlich dem Buchensteiner Kalk, mit *Pinacoceras cf. sandalinum Mojs.* und *Trachyceras sp. ind.* aus der Formenreihe des *Trachyc. Thuilleri*.
- i) Breccienartige und feste geschichtete Dolomite von graugelber Färbung; stellenweise weisse, halbkörnige Kalke mit *Aegoceras sp.* und Terebrateln.
- k) Campiler und Seisser Schichten mit reicher Fauna. Untergeordnete Dolomitlagen. Fein oolithische Kalksteine.
- l) Lichter Quarzit².

In mehrfacher Beziehung erweckt diese Schichtenfolge ein besonderes Interesse. Die aus Tuffen bestehenden Raibler Schichten beweisen die Möglichkeit, dass stellenweise die ganze Reihenfolge der Zonen vom Buchensteiner Kalk oder vielleicht sogar (wie der Tuff von Kaltwasser bei Raibl anzudeuten scheint) vom Muschelkalk an bis aufwärts zu den Raibler Schichten durch Tuffbildungen repräsentirt sein kann, was im Hinblick auf die von v. Richthofen als Raibler Schichten erklärten Tuffe mit *Pachycardia rugosa* der Seisser Alpe nicht ohne Bedeutung ist. Ein weiteres Interesse bieten die zahlreichen Landfloren der Idrianer Schichtenfolge dar. Nimmt man den weissen Dolomit *d* als Zeitäquivalent der Zone des *Trachyc. Aonoides* an, so müssten die schwarzen Kalke

¹ Wol aus diesem Tuff-Niveau stammt ein mir vorliegendes Bruchstück, welches wahrscheinlich zu *Trachyc. Archelaus* gehört und Herrn Bergrath Dr. Stache lose in Leonotsche, W. von Oberlaibach, von Kohlenschürfern übergeben worden ist.

² Eine im Wesentlichen übereinstimmende Schichtenfolge publicirte Stur, welcher einige Wochen nach Dr. Tietze und mir Idria besuchte, Verhandlungen d. k. k. geologischen Reichsanstalt 1872, pag. 235.

mit Voltzien *e* den Cassianer Schichten entsprechen, als welche dieselben auch bisher angesehen worden waren. Die petrographische Aehnlichkeit mit den der Zone des *Trachyc. Aonoides* angehörigen Fischschiefen von Raibl kann gegen eine derartige Deutung ebenso wenig geltend gemacht werden, als das Vorkommen identischer Pflanzenarten. Aus dem Verlaufe der vorliegenden Darstellung geht genügend hervor, dass ähnliche oder identische Gesteine in den verschiedensten Horizonten erscheinen können, sobald nur die äusseren Bildungsbedingungen die gleichen waren. Sind ja doch auch die Wengener Schichten mit den Raibler Fischschiefen der Aehnlichkeit der Facies wegen verwechselt worden! — Dass die Umänderung der Landfloren nicht gleichen Schritt hält mit der Umänderung der marinen Faunen, erscheint so einleuchtend, dass eine weitergehende Erörterung überflüssig sein dürfte.

Ob der Knollenkalk *h* der Zone des *Trachyc. Reitzi* entspricht oder oberer Muschelkalk ist, kann vorläufig noch nicht entschieden werden. *Pinacoceras sandalinum* wurde zwar aus oberem Muschelkalk beschrieben, die Formenreihe setzt aber aufwärts fort bis in die Raibler Schichten, und da die äussere Form und die Loben nur wenig Anhaltspunkte zur Unterscheidung bieten, ist es immerhin möglich, dass die noch nicht anderswoher bekannte Form der Buchensteiner Kalke sich von der Form des oberen Muschelkalks nicht oder nur sehr schwer unterscheiden lässt. Auch der zweite Ammonitenfund kann heute nicht mehr unsere Deutung beeinflussen, seit eine Art aus der Formenreihe des *Trachyc. Thuilleri* aus der Zone des *Trachyc. Reitzi* bekannt ist ¹.

6. Bakonyer Wald. Dank den sorgsamem Studien meines Freundes Johann Böckh gehören die Triasbildungen des Bakonyer Waldes in Ungarn zu den bestgekannten alpinen Triasterritorien. Die Manigfaltigkeit der Glieder ist hier eine sehr grosse, und wenn es noch gelingen sollte, in dem Füreder Kalke, den ich seiner Stellung nach für ein theilweises Aequivalent der Cassianer Schichten halten muss, diese Vermuthung bestätigende Petrefacten zu finden, so würde die Schichtenfolge des Bakonyer Waldes als ein thatsächliches Normalprofil der mediterranen Provinz (vgl. pag. 87, 88) gelten können.

Es geht bereits aus diesen einleitenden Bemerkungen hervor, dass die Facies der Bakonyer Trias nicht die des Schlerndolomits sein kann. Kalke herrschen zwar vor, aber diese Kalke sind immer thonreich und führen häufig Hornstein-Ausscheidungen.

Da Herr Böckh die Freundlichkeit hatte, mir eine Reihe neuerer Funde von Cephalopoden und Daonellen mitzutheilen, welche eine schärfere Altersbestimmung einiger Horizonte ermöglichen, bin ich in der Lage, mit Zugrundelegung der Böckh'schen Daten ² die einzelnen Glieder

¹ *Trachyceras Böckhi* Roth. Böckh, A Bakony déli részének földtani viszonyal. II. Jahrb. der k. ungar. geolog. Anstalt III. Bd. Taf. 4, Fig. 13.

² Die geologischen Verhältnisse des südlichen Theiles des Bakony. Mitth. a. d. Jahrbuch der k. ungar. geol. Anstalt Bd. II, pag. 27—180. Im zweiten, bisher nur in ungarischer Sprache erschienenen Theile dieser Arbeit (Bd. III des Jahrb. d. ungar. geolog. Anstalt), welcher die jüngeren Formationen des Bakony behandelt, sind anhangsweise die Beschreibungen und Abbildungen zweier neuen Ammoniten-Arten aus der Zone des *Trachyc. Reitzi* und zwar des *Trachyc. Böckhi* und des *Sagoceras Zsigmondyi* mitgetheilt.

der Bakonyer Trias schärfer zu bestimmen und bekannten Horizonten gleichzustellen.

Der unter dem Hauptdolomit liegende „obere Mergelcomplex“ Böckh's zerfällt in zwei Zonen. Die obere bilden die Raibler Schichten mit *Pecten filusus*, *Waldheimia Stoppanii*, *Corbis Mellingi*, *Avicula aspera* und *Ostrea Montis Caprilis*. Die darunter folgenden Veszprémer Mergel mit Trachyceraten enthalten einige charakteristische Arten der Zone des *Trachyc. Aonoides*, auf welche ich im paläontologischen Theile meiner Arbeit über das Gebirge um Hallstatt eingehend zurückkommen werde. Die Brachiopoden dieser Schichten, welche bekannten Muschelkalkarten sehr nahe stehen, geben von neuem einen Beweis, wie schwierig es ist, Brachiopoden zu schärferen Niveaubestimmungen zu verwenden.

Aus dem zwischen der Zone des *Trachyc. Aonoides* und dem Kalk mit *Arc. Tridentinus*, welcher die Wengener Schichten repräsentirt, liegenden Füreder Kalk liegen ausser kleinen, nicht bestimmbareren Trachyceraten vor: *Daonella Lommeli*, *Daonella cf. Richthofeni*, *Daonella reticulata* und *Halobia sp. indet.* Das Vorkommen der *Daonella Lommeli* deutet wahrscheinlich darauf hin, dass gewisse tiefere Bänke des Füreder Kalks noch dem Niveau der Wengener Schichten angehören. *Daonella Richthofeni* ist eine Cassianer Art; die vorliegenden Exemplare weichen jedoch etwas ab, und ich bin vorläufig nicht im Stande zu beurtheilen, ob diese geringen Differenzen nur individuelle Bedeutung oder aber specifischen Wert haben. Das Vorkommen der Gattung *Halobia* hingegen ist insoferne in diesem Falle von nicht geringer stratigraphischer Bedeutung, als dasselbe nach den im Abschnitte über die Faunengebiete mitgetheilten Thatsachen im Territorium der mediterranen Provinz karnisches Alter anzeigt. *Daonella reticulata* ist eine bis jetzt auf den Füreder Kalk beschränkte Art. — So mangelhaft diese paläontologischen Daten noch sind, so meine ich doch aus denselben in Verbindung mit den aus der Lagerung sich ergebenden Anhaltspunkten folgern zu dürfen, dass der obere Theil des Füreder Kalks dem Niveau der Cassianer Schichten entspricht.

Die Parallele zwischen den Wengener Schichten und dem Kalk mit *Arc. Tridentinus* ergibt sich aus folgenden gemeinsamen Arten: *Arc. Tridentinus*, *Trachyc. Archelaus*, *Lytoceras Wengense*, *Daonella Lommeli*.

Die kieseligen Kalke mit *Trachyc. Reitzi* bilden nach brieflichen Mittheilungen Böckh's Einlagerungen im mittleren Theile eines Tuff- und Mergelcomplexes, welcher zwischen den Kalken mit *Arc. Tridentinus* und den Kalken mit *Arc. Studeri* sich befindet. Im oberen Theile dieser Tuffe und Mergel wurden bis jetzt keine Versteinerungen gefunden. Dagegen sind aus den Schichten unter dem Kalke mit *Trachyc. Reitzi* zahlreiche Daonellen bekannt geworden, unter denen sich auch *Daonella Sturi* und *Daonella tyrolensis* zu befinden scheinen.

Diese Daonellen-Schichten dürften daher als ähnliche Grenzschichten zwischen Muschelkalk und norischer Stufe aufzufassen sein, wie die Schichten mit *Daonella parthanensis* in den Nordalpen, und muthmasslich dem Muschelkalk näher stehen, als der Zone des *Trachyc. Reitzi*.

Darüber, dass die Buchensteiner Kalke des Grödener Thaales wahrscheinlich der Zone des *Trachyc. Reitzi* entsprechen, ist bereits oben (pag. 91) gesprochen worden.

In ausgezeichneter Weise ist im Bakonyer Walde bekanntlich der Muschelkalk vertreten. Unter den Cephalopodenbänken des oberen Muschelkalks mit *Arc. Studeri* liegt der, wie ich kürzlich nachgewiesen habe¹, durch eine eigenthümliche Cephalopodenfauna charakterisirte untere Muschelkalk (oder Zone des *Trachyc. Balatonicum*), welcher im Bakony eine verhältnissmässig reichliche Differenzirung der Facies zeigt. Eine Cephalopodenfacies, eine Brachiopodenfacies, eine fossilfreie Mergelfacies und eine Dolomitifacies folgen einander in absteigender Ordnung. *Trachyc. Balatonicum* hat sich in der Cephalopoden-, Brachiopoden- und Dolomitifacies gefunden. Ob die an der Basis des unteren Muschelkalks liegenden Plattenkalke mit Trigonien und Naticellen als eine weitere Facies des unteren Muschelkalks betrachtet oder mit dem Röth verbunden werden müssen, kann vor scharfer Feststellung der Arten nicht entschieden werden.

7. Karavanken und Lienz-Villacher Gebirge. Der gelegentlich der Besprechung der Faunengebiete der Raibler Schichten erwähnte paläozoische Scheidertücken, welcher bei Sillian im tirolischen Pustertale im Westen beginnt und von da in östlicher Richtung bis nach Südsteiermark fortzieht, spielt in der geologischen Geschichte der Ostalpen eine viel bedeutsamere Rolle als die Centralalpen, indem nicht nur für die Bildungen der Triasperiode, sondern auch für die jurassischen und cretaceischen Ablagerungen die Grenze zwischen südalpiner und nordalpiner Entwicklung durch dieses auf der Südabdachung der Alpen gelogene paläozoische Gebirge gebildet wird.

Die eigentlichen Werfener Schichten (Seisser und Campiler Schichten) kommen nach Lipold's Angaben in den Karavanken und nach Peters und Suess auch noch in der Gegend von Villach und Deutsch-Bleiberg vor, im Lienzner Gebirge dagegen fehlen sie, ebenso wie in Nordtirol. Doch finden sich in der Lienzner Gegend über dem rothen Quarzit und Sandstein (Grödener Sandstein) petrefactenarme dunkle Kalkplatten und dolomitische Bänke, welche den sogenannten Guttensteiner Kalken nach der Definition Fr. v. Hauer's² sehr ähnlich sind und daher möglicherweise die Werfener Schichten repräsentiren.

Es ist nicht ohne Bedeutung für die Beurtheilung der physikalischen Verhältnisse zur Zeit des Röth darauf hinzuweisen, dass das Fehlen der eigentlichen Werfener Schichten im Westen seine vollkommene Parallele in den Nordkalkalpen findet. Die Werfener Schichten reichen dort bekanntlich von Osten her bis an die salzburgisch-tirolische Grenze und fehlen in ganz Nordtirol und Vorarlberg.

Der Muschelkalk ist durch dunkle Dolomite und plattige schwarze Kalke, ähnlich den vorarlbergischen Gesteinen des Muschelkalks, vertreten, paläontologisch aber bis jetzt noch nicht nachgewiesen.

Ueber den nach petrographischen Merkmalen für Muschelkalk gehaltenen Kalken folgen graue plattige Kalke in Wechsellagerung mit dunk-

¹ Ueber einige Triasversteinerungen aus den Südalpen. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1873, pag. 430. — Zur Unterscheidung und Parallelisirung der zwei alpinen Muschelkalk-Etagen. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1873, pag. 296.

² Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1872, pag. 177.

len, Ostracoden führenden Kalkschiefern. Die von Peters erwähnten Bactryllien-Sandsteine gehören wahrscheinlich diesen Schichten an. In den Karavanken (Hochpetzen) beobachtete ich sodann *a*) graue, hydraulische Mergelkalke, manchen Fleckenmergeln sehr ähnlich, *b*) graubraune splittrige Kalke, *c*) polyedrisch bröckelnde Dolomite, *d*) massige, sehr mächtige breccienartige Kalke mit gelblichem und rötlichem Bindemittel, welche verwittert rauchwackenartig aussehen, *e*) wolgeschichtete weisse und bläuliche Kalke mit grossen Gasteropoden (Chemnitzien und Naticen), Megalodonten und Cephalopoden, welche der Zone des *Trachyc. Aonoidea*¹ angehören. Auf dem Dobratsch bei Villach dürfte der massige Kalk *d*) jedenfalls unter den Kalken *e*) noch vorhanden sein, nördlich von Hermagor dagegen folgen über den grauen plattigen Kalken sofort wolgeschichtete lichte Kalke, vom Aussehen des nordtirolischen Wettersteinkalks, deren oberste Lagen reichlich Megalodonten führen, was bekanntlich die Verwechslung des erzführenden Kalkes von Bleiberg mit Dachsteinkalk zur Folge gehabt hatte².

Von einer Gliederung und Parallelisirung dieser Kalke kann, abgesehen von dem wolorientirten obersten Gliede, selbstverständlich noch keine Rede sein; dagegen gestatten uns die festgestellten oberen Schichten (Zone des *Trachyc. Aonoidea*) den Schluss, dass die Gesamtheit der tieferen Massen die Collectiv-Vertretung der Buchensteiner, Wengener³ und Cassianer Schichten bildet.

Die durch einen grossen Fossilreichtum ausgezeichneten Cardita-Schichten, welche in Kärnten den Lipold'schen Localnamen Bleiberger Schichten führten und, wie oben (pag. 86, 90) erwähnt, im nördlichen Faunengebiet die Raibler Schichten vertreten, bilden einen durch ziemlich bedeutende Mächtigkeit ausgezeichneten Complex von Mergelschiefern, Sandsteinen, oolithischen Kalksteinen und bituminösen Dolomiten. In den Karavanken und im östlichen Theile des Lienz-Villacher Gebirges trennen die dunklen, meist dünnbankigen stark bituminösen Dolomite (Stinkkalke des Kärntner Blei-Bergmannes), welche den Seefelder Dolomiten von Nordtirol sehr ähnlich sehen, die petrefactenreichen Mergel und Mergelkalke in eine untere und obere Abtheilung. Eine stratigraphische Bedeutung ist dieser Zweitheilung ebensowenig zuzuerkennen, wie der analogen Theilung der Raibler Schichten bei Raibl durch den sogenannten Megalodon-Dolomit, welcher die mergeligen Muschelbänke des Torer-Sattel von den Muschelbänken der Raibler Scharte trennt. Die Fauna der unteren und oberen Abtheilung ist die gleiche und die Differenzirung nur eine scheinbare durch den Wechsel der Facies. Gewisse Arten treten in einzelnen, durch eine petrographische Verschiedenheit ausgezeichneten Bänken massenhaft auf und schliessen andere gleichzeitige Formen mehr oder weniger aus. So kommen die Cephalopoden und *Halobia rugosa* in der Regel in schwarzen Mergelschiefern (Bleiberger Lager-schiefer in Kärnten, Reingrabener Schiefer in den Nordalpen) vor, *Cardita cf. crenata* und *Spiriferina gregaria* sind gewöhnlich an gewisse Mergelkalke und oolithische Kalke gebunden. *Ostrea Montis Caprilis* bil-

¹ Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1871, pag. 25.

² Vergl. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1872, pag. 351.

det von ihren Schalen vorherrschend erfüllte Bänke, die Pflanzen erscheinen in Sandsteinen (Lunzer Sandstein) u. s. f. Im westlichen Theile des Lienz-Villacher Gebirges folgt über dem dolomitischen Wettersteinkalke sofort die Facies der bituminösen Dolomite, in welchen nahe der oberen Grenze gegen den Hauptdolomit drei Einlagerungen von petrefactenarmen mergeligen Gesteinen und Sandsteinen mit verschlungenen Wülsten (Algen?) auf den Schichtungsflächen vorkommen.

Die Gesteine des Hauptdolomits nähern sich in petrographischer Beziehung sehr dem nordtirolischen Hauptdolomit, ohne jedoch vollkommen mit diesem übereinzustimmen. Lichtere Farben und geringere Brüchigkeit zeichnen die grössere Gesteinsmasse aus. Petrefacten sind ebenso selten wie in Nordtirol.

Die rhätische Stufe, welche in den übrigen Südalpen östlich vom Gardasce noch nicht nachgewiesen werden konnte, ist in den Karavanken und im Lienzer Gebirge ausgezeichnet durch mehrere Facies der Kössener Schichten vertreten. Im mittleren und südlichen Theile des Lienzer Gebirges tritt eine sehr mächtige, petrographisch von den gewöhnlichen Facies etwas abweichende Facies auf, welche in schwarzen kalkmergel-schiefrigen Lagen zahlreiche Baetryllien führt.

B. Nordalpen.

1. Nordtirol und Vorarlberg. Unterhalb dem Horizonte der Cardita-Schichten treten auch in den Nordtiroler Kalkalpen ähnliche scharf begrenzte stellvertretende Faciesgebilde neben einander auf, wie in den Südtiroler und Venetianer Alpen. Obwol in Nordtirol die tektonischen Verwicklungen (Ueberschiebungen der steil aufgerichteten Schichten) der richtigen Erkenntniss scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg legen, geben uns eine Reihe von glücklichen Petrefactenfunden die Mittel an die Hand, wenigstens die wahrscheinlichsten Umrisse der thatsächlichen Verhältnisse festzustellen.

Die grösste Schwierigkeit in Nordtirol verursachten seit jeher die sogenannten „Unteren Cardita-Schichten“ Pichler's, welche die Partnach-Schichten Gümbel's und die Arlbergkalke v. Riechhofen's umfassen.

Diese Schichten zeigen, wie auch die Benennung untere Cardita-Schichten andeutet, petrographisch, namentlich aber auch paläontologisch eine höchst auffallende Uebereinstimmung mit den über dem Wettersteinkalk liegenden „oberen Cardita-Schichten“; indessen gebot die scheinbare Ueberlagerung durch den Wettersteinkalk im Innthale und im Kaisergebirge, denselben eine viel tiefere Stellung an der Basis der norischen Stufe anzuweisen. Die Identität der Faunen unter und über dem Wettersteinkalk würde nur durch die Annahme zu erklären gewesen sein, dass die einen litoralen Charakter tragende Fauna während der Entwicklungs- und Verdrängungsdauer mehrerer pelagischer Faunen unverändert dieselbe geblieben sei.

Diese Annahme muss ich heute als in diesem Falle geradezu unmöglich bezeichnen.

Es hat sich nämlich an zwei Stellen (bei Mehrn nächst Brixlegg und im Kaisergebirge nächst Ellmau) in den „unteren Cardita-Schichten“

Halobia rugosa gefunden, eines der charakteristischsten Fossile der „oberen Cardita-Schichten. *Halobia rugosa* aber hat ihre Vorfahren in der norischen Stufe der juvavischen Provinz und ist die einzige echte *Halobia*, welche in der karnischen Stufe die Grenzen der juvavischen Provinz überschritten und eine weitere horizontale Verbreitung erlangt hat¹. Es scheint mir auch, wie schon oben angedeutet wurde, sehr wahrscheinlich, dass sich einige der angeblichen Cassianer Arten der Cardita-Schichten bei schärferer Untersuchung als abgeänderte Nachkommen von Cassianer Formen erweisen werden. Ohne jedoch dieser Vermuthung einen entscheidenden Einfluss im vorliegenden Falle zu gestatten, reicht das Vorkommen der *Halobia rugosa* in den „unteren Cardita-Schichten“ allein vollkommen aus, um die Unmöglichkeit darzuthun, dass die unteren Cardita-Schichten älter als der Wettersteinkalk seien, welcher selbst im Innthale und wahrscheinlich auch im Kaisergebirge noch in die norische Stufe hinabreicht.

Mit der Erkenntniss, dass die „unteren“ Cardita-Schichten stratigraphisch mit den „oberen“ Cardita-Schichten identisch sind, haben wir eine sehr werthvolle Grundlage zur Beurtheilung der Nordtiroler Faciesverhältnisse gewonnen.

Es lassen sich vorläufig, wie mir scheint, folgende Regionen abweichender Faciesgebilde unterscheiden:

a) Oberes Lechgebiet, Vorarlberg mit Liechtenstein, Bünden und Orteler-Gruppe, Innthal zwischen Landeck und Wörgl, Südgehänge und Ostabfall des Kaisergebirges. Der Muschelkalk ist durch den sogenannten Virgloriakalk repräsentirt, dessen obere Abtheilung bei Innsbruck die Fauna des *Arcestes Studeri* führt und mit Bänken mit *Daonella parthanensis* schliesst. Diese letzteren sind gewöhnlich durch eine Lage schwarzer Mergelschiefer von den tieferen Muschelkalkbänken getrennt und aus diesem Grunde bisher mit den folgenden Mergelschiefern und Kalken als „Partnach Schichten“ zusammengefasst worden. Da jedoch nach freundlichen Mittheilungen des Herrn Prof. Ad. Pichler *Daonella parthanensis* beim Kerschbuchhof nächst Innsbruck in den Bänken mit *Arc. Studeri* vorkommt, bei Thaur sogar unter diesen erscheint, so ist dieselbe jedenfalls als eine Muschelkalk Art zu betrachten. Die Schiefer über den Daonellen-Bänken sind charakterisirt durch *Bactryllium Schmidii*, *Bactr. Meriani* und *Bactr. canaliculatum* (Bactryllien-Schiefer), welche Arten sämmtlich in der Lombardie nach den Angaben von Escher und Heer in den Schichten mit *Daonella Lommelii* auftreten und daher den Horizont der Wengener Schichten anzudeuten scheinen. Die Wechsellagerungen von Schiefern und Kalken setzen nach oben fort, die Schiefer, denen sich auch oolithische Gesteine und Sandsteine stellenweise beigesellen, führen die Fauna der Cardita-Schichten. Höher aufwärts treten die schiefrigmergligen und sandsteinartigen Zwischenlager zurück, dunkle Kalke und Dolomite gewinnen die Oberhand. Dies sind die Arlbergkalke v. Richthofen's, welche in Vorarlberg und Liechtenstein stellenweise reich an

¹ Es ist gewiss sehr bemerkenswert, dass die einzigen zwei Arten von *Halobia*, welche ausserhalb der Alpen gefunden wurden, *H. Hochstetteri* von Neuseeland und *H. Zittecli* von Spitzbergen dem Formenkreise der *H. rugosa* angehören.

Pelecypoden-Schalen sind. Da die Gattungen mit denen der Cardita-Schichten übereinstimmen, meinte Theobald in den zu schärferen Bestimmungen ihres mangelhaften Erhaltungszustandes wegen nicht geeigneten Conchylien Arten der Cardita-Schichten zu erkennen und bezeichnete das Vorkommen als „Lüner Schichten.“ Hat nun auch Theobald mit dieser intuitiven Bestimmung wahrscheinlich das Richtige getroffen, so lassen sich die Lüner Schichten doch keineswegs als eine besondere, den Arlbergkalk überlagernde Schichtgruppe absondern, sondern nur als Einlagerungen in demselben auffassen. Im Innthale liegen die Schieferthone mit den Versteinerungen der Cardita-Schichten entschieden unter oder in den untersten Arlbergkalken.

Ueber den Arlbergkalken folgt in Vorarlberg zunächst eine mächtige Bildung von Gyps und Rauchwacke und darüber Hauptdolomit. In den östlicheren Gegenden fehlt die Gyps- und Rauchwacken-Zwischenlage wol häufig und lagert dann der Hauptdolomit direct auf dem Arlbergkalk.

Es liegt hier mithin eine vorwiegend dunkel gefärbte, an schiefrigen Einlagerungen reiche Entwicklung vor, analog etwa der Südtiroler Entwicklung in den Umgebungen von St. Cassian. Wenn die Bactryllienmergel nur den Buchensteiner- und Wengener Schichten entsprechen und nicht auch vielleicht die Cassianer Schichten und die Zone des *Trachyc. Aonoides* repräsentiren, dann müsste man die bis jetzt petrefactenleeren, wenig mächtigen Kalke und Dolomite zwischen den Bactryllienmergeln und den Cardita-Schichten als die Vertreter der beiden letztgenannten Horizonte ansehen.

b) Umgebungen von Reutte und Füssen. Der Muschelkalk von Reutte besteht aus schwarzen, theilweise plattigen Kalksteinen, welche petrographisch nicht völlig übereinstimmen mit den oberen Abtheilungen des Virgloriakalks, sondern mehr der mittleren Gruppe des letzteren gleichen. Durch die Arbeiten von Fr. v. Hauer und Beyrich wurden aus demselben die Cephalopoden der Zone des *Arc. Studeri* bekannt.

Ueber dem Muschelkalk folgt bei Reutte eine ziemlich mächtige Zone schwarzer Schiefer (Partnachschiefer), entsprechend den Bactryllienschiefern Vorarlbergs. Sehr scharf davon sich trennend, erhebt sich darüber ein in mächtigen Bänken geschichteter, korallenreicher weisser Kalk (Wettersteinkalk), an dessen unterer Grenze bei Füssen graue thonige Kalke, wechselnd mit Schieferthonen, eingelagert sind, in welchen Beyrich¹ eine Anzahl von Cassianer Arten (Echiniden, Crinoiden, Terebrateln) nachwies. Cardita-Schichten, stellenweise auch Gyps und Rauchwacke, trennen den weissen Kalk vom Hauptdolomit.

Einen sehr werthvollen Ausgangspunkt zur Orientirung in diesem Gebiete liefern die Schichten mit Cassianer Arten von Füssen. Die zwischen denselben und dem Muschelkalk liegenden schwarzen Schiefer müssen als Vertreter der Buchensteiner und Wengener Schichten, die höher folgenden weissen Kalke bis zu den Cardita Schichten dagegen als Repräsentanten der Zone der *Trachyc. Aonoides* betrachtet werden.

Eine ganz analoge Entwicklung findet sich in jenen südtirolischen Districten, in welchen sich zwischen den Cassianer Schichten und den

¹ Monatsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1862 pag. 27.

Raibler Schichten weisse Dolomite (Set Sass über den Stuores Wiesen bei St. Cassian) zwischengelagert finden.

Von grosser Wichtigkeit für die Beurtheilung der Nordtiroler Verhältnisse ist die bereits von Beyrich hervorgehobene Thatsache, dass die Gesteine mit den Cassianer Petrefacten nur auf die Strecke zwischen Vils und Hohenschwangau beschränkt sind und sich sowol gegen Westen, wie gegen Süden vollständig auskeilen.

c) Umgebung von Lermoos, Nassereit (Wetterstein-Gebirge, Hohe Mundi), Hinterautthaler Gebirge, Solstein, Karwändel, Stanser Joch, Kaisergebirge, Marchantgebirge bei Hochfilzen u. s. f. Abwärts bis zum Buntsandstein und aufwärts bis zu den Cardita-Schichten herrschen fast ausschliesslich Kalke und Dolomite. Die Vertreter des Muschelkalks unterscheiden sich meistens, aber nicht überall, durch dünnere Schichtung und dunklere Färbung; plattige, wulstige, etwas thonige Kalke liegen in der Regel an der oberen Grenze, und stellenweise, im ganzen aber selten und nur an Grenzpunkten des Districtes findet sich über den letzteren eine dünne Zwischenlage von Schiefeln, ähnlich den Partnachschiefern. An der Basis der folgenden, vorherrschend lichtgefärbten Kalketage (Wettersteinkalk) liegen häufig einige rothgefärbte Bänke von Plattenkalk, welche von Gumbel und Pichler als Draxlehnerkalke bezeichnet worden sind. Ueber dem Wettersteinkalk, welcher durch das Anschwellen bis 7—900 Meter Mächtigkeit eine hervorragende Rolle als Bergbildner spielt, folgen, nicht selten in übergreifender Lagerung, die Cardita-Schichten.

Die paläontologische Ausbeute in dieser Kalk- und Dolomitregion ist zwar eine dürftige und beschränkt sich im Muschelkalk vorwiegend auf Trochitenstiele, im Wettersteinkalk auf Korallen, Diploporen und grosse Gasteropoden; an einigen Punkten jedoch haben sich auch andere für die Parallelisirung sehr wichtige Fossilreste gefunden.

In den dunkleren, tieferen als Muschelkalk angesprochenen Kalken wurden Muschelkalk-Brachiopoden am Westfusse der Zugspitze bei Lermoos und nördlich vom Thürl bei Hall angetroffen. Mehrere in einem grossen grauen Kalkblocke im Hallthal auf dem Weg zum Haller Salzberg von Herrn Jul. Freih. von Schwarz gefundene Exemplare des *Arcestes Studeri* stammen wol ebenfalls aus den Kalken nördlich vom Thürl, welche ein bedeutendes Contingent zu den grossen Schutthalden liefern, die sich bis zum Salzberg abwärts erstrecken.

Die rothen Knollenkalke haben bis jetzt noch keine zur stratigraphischen Orientirung ausreichenden Fossilien geliefert. Bestätigt sich Pichler's Angabe, dass in denselben die gleiche *Daonella*, wie bei Schloss Thaur über den Schichten mit *Arcestes Studeri* vorkommt, so wäre die Uebereinstimmung mit den in den Nordalpen weit verbreiteten Schichten der *Daonella Parthanensis* sehr wahrscheinlich und müssten dann die rothen Knollenkalke, ebenso wie die Schichten mit *Daonella Parthanensis* noch dem Muschelkalk beigezählt werden.

Auch Gumbel parallelisirt die rothen Knollenkalke mit den Bänken der *Daonella Parthanensis*, hält aber dieselben für ein Aequivalent des Buchensteinerkalks.

Von grosser Tragweite ist der von Herrn Prof. Ad. Pichler in der unteren Abtheilung des Wettersteinkalks in der „Seegrube“ nächst der

„Frauhütt“ bei Innsbruck gemachte Fund der für die Wengener Schichten charakteristischen *Daonella Lommeli*, da nach meinen Untersuchungen die verschiedenen Arten von *Daonella* und *Halobia* sich sehr strenge an bestimmte Horizonte halten und keineswegs, wie früher allgemein angenommen wurde, eine weite verticale Verbreitung erreichen. Die Exemplare der *Daonella Lommeli* aus dem Wettersteinkalk der See-grube stimmen vollkommen mit der etwas feinrippigeren Varietät aus den schwarzen Tuffen mit *Trachyc. Archelaus* von Val Daone bei Prezzo in Judicarien überein, was ich deshalb erwähne, weil sich vielleicht mit der Zeit innerhalb des Complexes der Wengener Schichten zwei altersverschiedene, aber durch mehrere gemeinsame Formen innig verbundene Faunen werden feststellen lassen. — Aus den höheren Abtheilungen des Wettersteinkalks kennt man bereits seit längerer Zeit einige Cephalopoden, welche theils auf die Zone des *Bucephalus subbullatus*, theils auf die Zone des *Trachyc. Aonoides* verweisen.

Es spielt demnach in diesem Districte der Wettersteinkalk eine ganz analoge Rolle, wie der Schlerndolomit im südtirolischen Etschthal, ferner bei Agordo u. s. w.

d) Umgebung von Partenkirchen. Auf der Nordseite des eben besprochenen grossen Massivs von Wettersteinkalk findet sich bei Partenkirchen eine mit der südlich des Wettersteinkalk-Stocks vorkommenden nahezu übereinstimmende Entwicklung. Den deutlich charakterisirten Muschelkalk schliessen Bänke mit *Daonella Parthanensis* ab und diesen folgen die mächtig entwickelten Partnach-Schichten, in deren obersten Lagen sich Sandsteine mit *Halobia rugosa*¹ und mit den Pflanzen² der Cardita-Schichten finden.

Einige Kalk- und Dolomitbänke (Schwarzschoffen im Partnachthal) trennen die letzteren Schichten von den höheren, auf Gumbel's Karte als Raibler Schichten (Cardita-Schichten) verzeichneten Mergelschiefern, welche unter den Hauptdolomit des Wettersteinwaldes einschliessen.

Da hier ausser *Halobia rugosa* in den hangendsten Lagen der „Partnach-Schichten“ noch die Pflanzen der Cardita-Schichten (Lunzer Sandstein) gefunden worden sind, erhält unsere in diesem Aufsatz festgehaltene Auffassung der „Unteren Cardita-Schichten“ eine weitere Stütze, nachdem die Floren der tieferen Horizonte (Zone des *Trachyc. Aonoides*: Raibl, Gössling; Cassianer-Schichten: Idria; Wengener-Schichten: Wengen, Idria) sich bedeutend von der Flora des Lunzer Sandsteins unterscheiden.

Die unter den Pflanzen-Sandsteinen liegende Hauptmasse der Partnach-Schichten wäre mithin in dieser Gegend als die Vertretung der ganzen Wettersteinkalkfacies zu betrachten³.

¹ Partnachthal und Kochelberg bei Garmisch. Von letzterem Punkte, welchen auch Gumbel (Bayr. Alpengebirge pag. 217, 219) bei der Besprechung der Partnach-Schichten erwähnt, stammen die Exemplare, welche Schafhäütl (Lethaea, pag. 368, Taf. LXIX a, Fig. 9) als *Posidonomya semiradiata* beschreibt.

² Vergl. Stur. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1866, pag. 184.

³ Die Partnach-Schichten in der ursprünglich von Gumbel festgehaltenen Begrenzung (Bayr. Alpengebirge pag. 219) enthalten daher: Muschelkalk-Schichten (Bänke mit *Daonella Parthanensis*), die Aequivalente der Buchensteiner, Wengener, Cassianer Schichten und der Zone des *Trachyc. Aonoides*, ferner zu oberst

Nach der hier gegebenen, nicht bloß auf die Analogie mit Südtirol, sondern auch auf sichergestellte, paläontologische Daten gestützten Darstellung sind mittlere Partnachschichten (= dem unterem Theil von Pichler's unteren Cardita-Schichten) und Wettersteinkalk als zwei sich gegenseitig ganz oder zum Theil ersetzende Facies der norischen und eines grossen Theils der karnischen Stufe anzusehen. Die Partnachschichten stellen eine sehr fossilarme Schlammfacies dar, während der Wettersteinkalk eine Rifkalk bildende Foraminiferen- und Korallenfacies mit grossen korallophilen Gasteropoden ist. Diese Auffassung der nordtirolischen Verhältnisse beseitigt mit Einem Schläge die zahlreichen Widersprüche und Unwahrscheinlichkeiten, welche der durch die tektonischen Störungen (Ueberschiebungen der steil aufgerichteten Schichten) veranlasste Schein hervorgerufen hatte, und stellt die nordtirolische Entwicklung und Schichtenfolge in eine ziemlich vollkommene Parallele mit der südtirolischen Trias. Da in Nordtirol, mit Ausnahme eines kleinen an der Grenze gegen Salzburg befindlichen Striches, der Muschelkalk sich bereits nach petrographischen Merkmalen vom Wettersteinkalk unterscheiden lässt, die Facies des Wettersteinkalks mithin auf engere Grenzen beschränkt ist, als die Facies des südtirolischen Schlerndolomits, so lässt sich sogar die nordtirolische Entwicklung als die einfachere, leichter nach Formationen auscheidende bezeichnen.

Die Grenzen der Faciesbezirke sind in Nordtirol in der Richtung von Süd nach Nord meist ebenso scharf und fast unvermittelt, wie in Südtirol. In der Gegend von Hall scheint sich zwischen die Partnach- und die Wettersteinfacies eine schmale vermittelnde Zone von Partnachschichten und Wettersteinkalk einzuschieben. Ferner lässt sich von den Partnachschichten bei Partenkirchen ein gegen Süden rasch an Mächtigkeit abnehmender Streifen von Partnach Schiefern gegen die Wettersteinkalke der Zugspitze hin, als deren Unterlage, verfolgen. In der Richtung gegen Westen ist der Uebergang kein so jäher und bereits unter der Bezeichnung des Auskeilens des Wettersteinkalks bekannt. Unter diesem sich „auskeilenden“ Wettersteinkalk erscheinen bei Reutte und bei Boden die stellvertretenden Partnachschichten. Gegen Osten setzt die Wettersteinkalkfacies in der vollen Breite der gegenwärtigen Kalkalpen nach Salzburg und Berchtesgaden fort.

Ein für die geologische Geschichte der Alpen höchst wichtiges Resultat, welches hier nur erwähnt und nicht weiter ausgeführt werden soll, liegt in dem Nachweis, dass zwischen dem grossen Wettersteinkalk-Massiv und der Centalkette der Alpen eine fast ununterbrochene, bis St. Johann im Grossachenthale sich hinziehende Zone der Partnachfacies trennend dazwischentritt.

Lagen der Cardita-Schichten. Der unter der Rubrik Partnach-Schichten von Gumbel angeführte Pflanzen-Fundort Weissbach bei Reutte gehört Cardita-Schichten an, welche über der Facies des Wetterstein-Kalks liegen. Der Fundort Thannberg im oberen Lechthal fällt in das Gebiet der Arlbergkalk-Facies der Cardita-Schichten. Dass die Bänke mit *Daonella Parthanensis* von den Partnach-Schichten abzusondern seien, erkannte Herr Gumbel selbst in seiner neuesten Schrift über das Mendel- und Schlern-Gebirge.

	Vorarlberg, Innthal, Südgänge des Kaisergebirges.	Reutte, Füssen.	Wetterstein-, Solstein-, Karwändel- u. Kaisergebirge.	Partenkirchen.
Rhätische Stufe.	Kössener Schichten.	Kössener Schichten.	Kössener Schichten.	Kössener Schichten.
Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.	Hauptdolomit.
Raibler Schichten.	Cardita Schichten (Arbergkalk).	Cardita Schichten.	Cardita Schichten.	Cardita Schichten.
Zone des <i>Trachyc. Aonoides</i> .	Partnach-Mergel und Kalke.	Wetterstein-Kalk.	<i>Sageceras Haidingeri</i> .	Partnach Mergel.
Cassianer Schichten.		Thonige Kalke mit Cassianer Petrefacten.	Wetterstein-Kalk.	
Wengener Schichten.		Wetterstein-Kalk oben, Partnach-Mergel unten.	<i>Daonella Lom-meli</i> .	
Zone des <i>Trachyc. Reitzi</i> .				
Oberer Muschelkalk.	Kieselige Knollenkalke mit <i>Arc. Studeri</i> u. <i>Daonella parthanensis</i> .	Plattige Kalke mit <i>Arc. Studeri</i> .	Wulstige Kalke mit Trochiten, Graue Kalke mit <i>Arc. Studeri</i> .	Kieselige Knollenkalke mit <i>Daonella parthanensis</i> u. Brachio-poden.
Unterer Muschelkalk.	Auf dem Virgloria-Pass paläontologisch nachgewiesen.	Dunkle Kalke.	Dunkle Kalke.	Dunkle Kalke.

2. Salzburg und Salzkammergut.

Im Osten der tirolisch-salzburgischen Grenze ändern und compliciren sich die Verhältnisse durch das Auftreten einer im Westen und Süden noch nicht beobachteten Facies des Hauptdolomits und durch die eigenthümlichen auf die juvavische Provinz beschränkten Facies der Zlambach und Hallstätter Schichten. Es muss als ein besonders günstiger Umstand hervorgehoben werden, dass die tektonischen Verhältnisse in diesen Gebieten sehr einfache wenig, gestörte sind.

Korallenriff-Facies des Hauptdolomits. Eine im Sommer 1872 ausgeführte Untersuchung der südlichen Salzburger Hochkalkalpen, welche zu dem Zwecke unternommen wurde, um die Verbindung der nordtirolischen Trias-Entwicklung mit der Trias des Salzkammergutes

kennen zu lernen, lehrte mich über den Cardita-Schichten eine sehr mächtige, nur undeutlich oder gar nicht geschichtete Kalkformation kennen, welche dem petrographischen Aussehen nach einige Aehnlichkeit mit den lichtgrauen Varietäten des Wettersteinkalks zeigt und weiter östlich auch bis dahin von Anderen und mir als Vertreter des Wettersteinkalks gehalten worden war. In diesem an Korallenresten ungemein reichen Kalke finden sich stellenweise, ohne fortlaufende Schichten zu bilden, Einlagerungen eines rothen, knolligen Kalks, ähnlich gewissen rothgefärbten Zwischenlagen des Dachsteinkalks. Ausser Korallen sind mir aus diesem Kalke grosse Gasteropoden, verschieden von den Arten des Wettersteinkalks, und von einer Stelle am Südgehänge des Hochkönigs (Ewiger Schneeberg) auch, der Art nach zwar der Erhaltung wegen nicht bestimmbare, aber jedenfalls von allen mir bekannten Formen der Hallstätterkalke abweichende Reste von *Arcestes* und *Pinacoceras* (aus der Gruppe des *Pinacoceras platyphyllum*) bekannt geworden.

Der westlichste Punkt, an dem man diesen Korallenkalk findet, ist das Brändelhorn im Saalachthal bei Saalfelden. Ueber typischen weissen Wettersteinkalk, welcher aus Tirol ununterbrochen hier vorbeizieht, steigt man aus dem Saalachthal empor zur Stoissen-Alm, oberhalb welcher man den Wetterstein-Kalk regelmässig überlagert findet von Cardita-Schichten mit *Pinacoceras floridum*, *Sageceras Haidingeri*, *Trachyceras sp. indet.*, *Halobia rugosa*, *Spirif. gregaria*, *Cardia cf. crenata* und vielen andern charakteristischen Formen. Ueber den versteinungsreichen Schiefen und Oolithen folgen geschichtete dunkle Dolomite, welche wol noch dem Complexe der Cardita-Schichten angehören und die Brändel-Alm tragen. Bald darauf gelangt man zu dem Korallenkalk, welcher noch keine bedeutende Mächtigkeit erreicht und die Spitze des Brändelhorns bildet. — Etwas weiter westlich, in Profil des Birnhorn, erheben sich über den Cardita-Schichten sofort die wolgeschichteten Bänke des Hauptdolomit, welcher in dieser Gegend bekanntlich durch Zurücktreten des Magnesiagehaltes in die Facies des Dachsteinkalks übergeht.

Fig. 1.

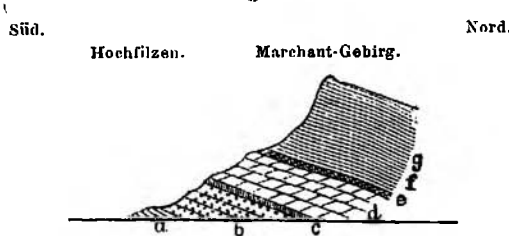
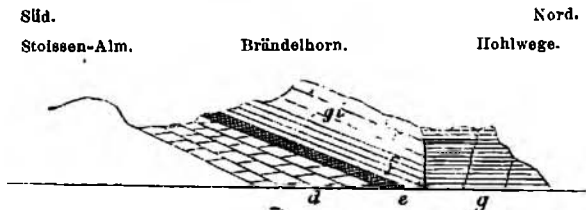


Fig. 2.

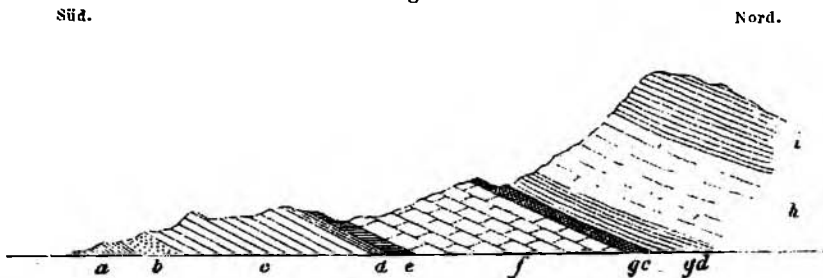


(a = Werfener Schiefer; b = weisser Muschelkalk-Dolomit mit Korallen; c = Drauzehner Kalk; d = weisser dolomitischer Wettersteinkalk; e = Mergel und Oolithe der Cardita-Schichten; f = Dolomit der Cardita-Schichten; g = Dachsteinkalk; g' = Korallenkalk).

Im Osten der Saalach nimmt der Korallenkalk an Mächtigkeit rasch zu. Ein Profil von Saalfelden durch den Oefenbachgraben auf das Steinerne Meer zeigt von unten nach oben folgende Schichtenfolge.

- a) Rothe Werfener Schiefer.
- b) Rauchwacke mit Einschlüssen dunkler Kalke mit *Naticella costata*, das Schloss Lichtenberg tragend.
- c) Eine grössere Folge dickbankiger grauer und schwarzer Kalke.
- d) Wulstige dünn geschichtete Plattenkalke, (c und d wol Muschelkalk in derselben Entwicklung wie im Districte des tirolischen Wettersteinkalks).
- e) Rother Plattenkalk, entsprechend dem sogenannten Draxlehnerkalke des tirolischen Wettersteinkalk-Districtes.
- f) Weisser Wettersteinkalk, nicht sehr mächtig.
- g) *Cardita*-Schichten.
- h) Korallenkalk.
- i) Dachsteinkalk, bis auf das Plateau des Steinernen Meeres reichend.

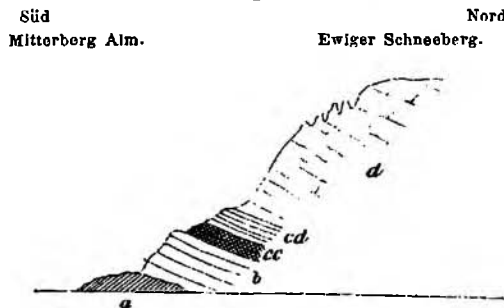
Fig. 3.



Profil von Schloss Lichtenberg bei Saalfelden durch den Oefenbachgraben auf das Steinerne Meer.

Etwas östlicher schwillt der Korallenkalk dermassen an, dass er allein die hohe, steil gegen Süden abfallende Mauer des Hochkönigs und der vielgezackten Wetterwand bildet. Dieser gegen Süden etwas vorgreifende Gebirgstheil zeigt unter dem Korallenkalk eine fortlaufende Zone von *Cardita*-Schichten, in welchen auf den Halser Riedeln nächst der Mitterberg Alm *Pinacoceras floridum*, *Trachyceras sp. ind.* und *Haiobia rugosa*, letzteres Fossil besonders häufig, vorkommen. Unter den *Cardita* Schichten folgen hier bei fast ungestörter, nur wenig gegen Norden geneigter Schichtstellung, blos durch eine dünne Lage rothen schmierigen Lettens getrennt, die im Profil des Oefenbachgrabens unter c angeführten Bänke des Muschelkalks, welche entweder direct auf den steil gegen Süden einfallenden silurischen Grauwacken Schiefen der Dientener Gegend auflagern oder nur durch eine sehr unbedeutende Mächtigkeit von Werfener Schiefen von denselben geschieden sind. In dem Masse, als man sich der nördlichen Einbiegung

Fig. 4.



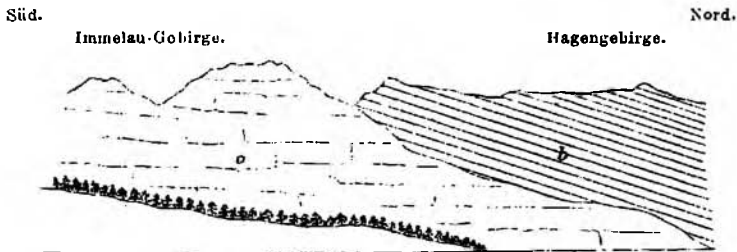
(a = Grauwackenschiefer, b = Muschelkalk, cc = Mergelschiefer der *Cardita*-Schichten, cd = Dolomit der *Cardita*-Schichten, d = Korallenkalk).

des Kalkalpen - Südrandes bei Werfen nähert, nehmen die Werfener Schichten an Mächtigkeit zu. Diese Erscheinung ist völlig analog dem in meiner Arbeit über den Rhätikon (Jahrb. Geol. Reichsanstalt 1873, pag. 144) geschilderten Aus- und Einbiegungen der nördlichen Grauwackenzone und erklärt sich in analoger Weise durch das südliche Uebergreifen des Kalkgebirgs, und zwar hier speciell zunächst des Muschelkalks. Auch das Fehlen des Wettersteinkalks zwischen dem Muschelkalk und den Cardita-Schichten scheint seinen Grund lediglich in der südlichen Transgression der Cardita Schichten zu haben, da man nordöstlich, bei Schloss Werfen, unter den Cardita-Schichten wieder den Wettersteinkalk (in seiner dolomitischen Facies) antrifft.

Jenseits der Salzach setzt der Korallenkalk im südlichen Theil des Tännengebirgs fort und bildet östlich der bis auf die Werfener Schichten hinabreichenden Depression von Annaberg die Zackenreihe des Gosauer Stein's (Donnerkögel) und den grössten Theil der südlichen Steilwand des Dachsteingebirgs. Am nördlichen Ende des Gosauer Stein's, nächst der bekannten Zwieselalm ruht der Korallenkalk auf dolomitischem Wettersteinkalk, welcher hier die obere Abtheilung des Hallstätterkalks repräsentirt; Cardita-Schichten wurden daselbst nicht getroffen. Auch beim Uebergang von Filzmoos über das Angerkar zum Vorderen Gosausee sieht man im Ansteigen von der Alm unter dem Korallenkalk noch den Wettersteinkalk. Am Südfall des eigentlichen Dachsteingebirgs aber scheint über dem, ein etwas vorspringendes Gesimse bildenden Muschelkalk direct der Korallenkalk zu folgen, so dass auch hier wieder ein südliches Uebergreifen, wie am Südrande des Ewigen-Schnee-Gebirges bei Werfen, vorhanden sein dürfte. Vielleicht gelingt es, bei späteren Untersuchungen hier noch die Cardita-Schichten aufzufinden. Nur die höchsten Gipfel des südlichen Steilrandes des Dachsteingebirgs, wie Thorstein, Mitterspitze, Dachstein, Koppenkarstein u. s. f. bestehen aus überlagerndem, wolgeschichteten Dachsteinkalk, an den niedrigeren Stellen, wie z. B. auf dem von der Schladminger Ramsau über den Kratzer nach Obertraun bei Hallstatt führenden Steige, erreicht der Korallenkalk den südlichen Rand des Dachstein-Hochplateaus.

In der Richtung gegen Norden nimmt der Korallenkalk rasch an Mächtigkeit ab und an seine Stelle tritt die wolbekannte Facies des Dachsteinkalks, welche jedoch auch zahlreiche Korallenkalkbänke (sogenannten Lithodendronkalk), alternirend mit Megalodus-Bänken und dolomitischen Kalken enthält. Ueber das Verhältniss an der Grenze zwischen der südlichen Korallenkalk-Zone und der nördlich von dieser folgenden, die Mitte der Salzburgischen und Salzkammerguts-Kalk-Alpen einnehmenden Dachsteinkalk-Zone gibt die Umgebung des Hinteren Gosausee's und die Salzach-Schlucht zwischen Werfen und Stegwalden lehrreichen Aufschluss. Namentlich die letztere Stelle ist sehr günstig wegen der fast geradlinigen Durchschneidung des Kalkmassivs.

Fig. 5.



(a = Korallenkalk, b = Dachsteinkalk).

In einer sehr äggen, ziemlich steil gegen Norden geböschten, welligen Linie fällt der Korallenkalk des Immelau-Gebirges, welches mit der Wetterwand und mit dem Ewigen-Schneeberg zusammenhängt, ab und längs dieser Linie stossen die nur sehr wenig gegen Norden geneigten Platten des Dachsteinkalks des Hagengebirges in der Weise mit dem Korallenkalk zusammen, dass jede höher folgende Bank weiter gegen Süden über den Korallenkalk zurückreicht. Es wird

daraus klar, dass die den Korallenkalk überlagernden Bänke des Steinernen Meeres, des Tannen- und des Dachstein-Gebirges bereits einem sehr hohen Niveau des Dachsteinkalks entsprechen müssen.

Aus den Darstellungen Stur's in dessen „Geologie der Steiermark“ wird es mir sehr wahrscheinlich, dass diese Korallenkalkfacies des Hauptdolomits am Südrande der steierischen Nordkalkalpen weit nach Osten, vielleicht sogar bis zum Wiener Schneeberge, fortsetzt. Es würde dann begreiflich sein, dass Stur, welcher seinen obertriadischen Korallenkalk als ein Aequivalent seines Opponitzer Dolomits erklärt, in Folge der Verwechslung des Korallenkalks mit dem Hallstätterkalk, diesen letzteren mit dem Opponitzer Dolomit parallelisirt. Die petrographische Aehnlichkeit des Wettersteinkalkes und der Korallenkalkfacies des Hauptdolomits ist in der That eine sehr grosse, was bei der grossen Analogie der Absatzbedingungen leicht erklärlich ist.

Da in den äusseren Randzonen der salzburgisch-österreichischen Kalkalpen der Hauptdolomit in der typischen Nordtiroler Facies als ein Complex fossilarmer dolomitischer Kalke fortsetzt, so sind in den Nordalpen, östlich der Tiroler Grenze drei annähernd parallel verlaufende Zonen von Faciesgebilden des Hauptdolomits zu unterscheiden, von denen die südlichste, welche den Steilrand gegen die Centalkette zu bildet, aus dem Korallenkalk, die mittlere aus dem Dachsteinkalk und die nördlichste aus dem typischen Hauptdolomit (Opponitzer Dolomit) besteht.

Die Frage, ob nicht auch stellenweise, namentlich im Osten, wie bei Starhemberg, die Zone der *Avicula contorta* im Dachsteinkalke vertreten ist, hat in den letzten Jahren keine Fortschritte gemacht. Bei Golling beobachtete ich über dem Dachsteinkalke des Tänengebirges Kössnerschichten. Eine Andeutung einer paläontologischen Gliederung könnte darin erblickt werden, dass der sogenannte *Megalodus triquetus* des tieferen Theils des Dachsteinkalkes viel geringere Dimensionen erreicht, als die gleichgenannte Form des oberen Theiles. Die erstere schliesst sich innig an die Vorkommnisse der Cardita-Schichten an, während die zweite mit der Art der Kössener Schichten identisch zu sein scheint. Indessen wäre es übereilt, aus diesem Verhältniss allein schon zu schliessen, dass der tiefere Theil eine Facies der Cardita-Schichten, der höhere eine Facies der Kössener Schichten sei. Dass sich in der oberen Abtheilung des Dachsteinkalkes Formen finden, welche Arten der Kössener Schichten sehr nahe stehen, würde vorerst nur beweisen, dass keine Lücke in den Entwicklungsreihen der betreffenden Formen zwischen dem Dachsteinkalke und den Kössener Schichten vorhanden ist. Selbst wenn die spezifische Identität einzelner Arten sichergestellt wird, würde sich daraus noch nicht mit Nothwendigkeit die Gleichzeitigkeit dieser Ablagerungen ergeben. Die Schwierigkeit in der Entscheidung dieser Frage liegt, abgesehen von der meist indifferenten Form und der mangelhaften Erhaltung der vorkommenden Pelecypoden und Brachiopoden hauptsächlich darin, dass die Schichtenfolge über den Dachsteinkalk keine continuirliche ist. Der der oberen Abtheilung des unteren Lias angehörige Hierlatskalk liegt in Spalten des Dachsteinkalks; es besteht eine Lücke in den Ablagerungen zwischen demselben und dem Dachsteinkalk. An vielen anderen Stellen liegen auf dem Dachsteinkalk direct Dogger- und Malmbildungen.

Es ist uns daher noch nicht ausreichend bekannt, ob die durch diese Transgression der jurassischen Bildungen angedeutete Unterbrechung der Schichtenfolge vor oder nach Ablauf der rhätischen Zeit eingetreten ist. Mancherlei Anzeichen, wie einige in Nordtirol beobachtete Fälle transgredirender Lagerung der Kössener Schichten, sowie die stets sehr regelmässige Ueberlagerung der Kössener Schichten durch die liasischen Gebilde, scheinen dafür zu sprechen, dass die Unterbrechung bereits vor Beginn der rhätischen Zeit sich ereignete. Erst wenn es gelänge, eine ununterbrochene, concordante Ueberlagerung durch die Zone des *Aegocerus planorbis* nachzuweisen, dürfte man daher den Nachweis erbracht sehen, dass der obere Theil des Dachsteinkalkes eine Facies der rhätischen Stufe sei, gleich den von Suess¹ in der Osterhorngruppe mit scharfem Blicke erkannten anderen manigfachen Faciesgebilden dieser Stufe².

Zur Betrachtung der tieferen Gebilde übergehend, erinnern wir zunächst an die bereits weiter oben angeführte Thatsache des Fortsetzens der tirolischen Wettersteinkalk-Facies auf das salzburgische Gebiet. Diese weisse Kalk- und Dolomifacies setzt nicht nur im Süden, wie bei Saalfelden und Werfen, und im Norden, wie am Staufen bei Reichenhall, fort, sondern dringt auch in das engere Gebiet der juvavischen Provinz, in die Gegend der typisch-entwickelten Zlambach- und Hallstätter Schichten ein. Ueber dem Salzgebirge von Berchtesgaden und Hallein sind ausser den Zlambach-Schichten paläontologisch nur die norischen Hallstätter Kalke nachgewiesen, über welchen sich weisse Wettersteinkalke mit Chemnitzien als Vertreter der karnischen Abthei-

¹ Suess und E. v. Mojsisovics. Die Gebirgsgruppe des Osterhorn Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt 1868, pag. 188.

² Gegenüber der von Herrn Oberbergrath Gumbel (Geogn. Mitth. a. d. Alpen, Sitz.-Ber. d. baier. Akad. d. Wiss. 1873, pag. 84) gegen meine Darstellung der Verhältnisse bei Waidring (Beitr. z. topischen Geologie der Alpen. Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt 1871, pag. 205) erhobenen Einwendung, dass es daselbst „keine Kalk- und Dolomit-Bänke mit *Megalodus triquetus* und *Lithodendron* gebe, die für Hauptdolomit oder Plattenkalk nach meinem (sc. Gumbel's) Sinne angesehen werden könnten“, kann ich auf das Bestimmteste versichern, dass es wirklich derartige Bänke gibt, wie man sich bei der Ersteigung der Kammerkarplatte von Waidring aus leicht überzeugen kann. Vgl. Verh. der Geol. Reichsanstalt 1869, pag. 278.

Auch der Angabe, dass die Dachsteinbivalve nur auf die „allerobersten Kalkbänke“ des Dachsteinkalks beschränkt sei (Gumbel, loc. eod.), muss ich widersprechen. Die in den Sammlungen zahlreich verbreiteten Dachsteinbivalven des Echernthals stammen aus sehr tief unten liegenden Bänken. Wer die Mühe nicht scheut, direct von der Lahn bei Hallstatt aus die über 1200 Meter hohe Dachsteinkalk-Wand des Hierlats zu ersteigen, hat vollauf Gelegenheit, sich von der durch die ganze Mächtigkeit des Dachsteinkalks erstreckenden Verbreitung dieser Muscheln zu überzeugen. Im Ramsau- und Kattergebirge bei Goisern, ferner auf dem Sarstein begegnet man häufigen, ganz von Megalodonton erfüllten Bänken in der tieferen, über den *Cardita*-Schichten folgenden Abtheilung des Dachsteinkalks.

Die älteren Angaben des Vorkommens von Hauptdolomit unter diesem typischen Dachsteinkalk beruhen auf Verwechslungen mit älteren Gebilden, insbesondere mit den Dolomiten der *Cardita*-Schichten und der unter den letzteren liegenden Dolomifacies der Hallstätter Kalke.

lung der Hallstätter Kalke erheben. Welchem Niveau die durch das Vorkommen von *Bucephalus Helli* Schafh. sp. charakterisirten Draxlehnerkalke dieser Gegend entsprechen, konnte bisher noch nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Einen dem *Buc. Helli* sehr ähnlichen Ammoniten mit Dornen an der Nabelkante fand ich in den Zlambach-Schichten von Aussee. Petrographisch dem Draxlehnerkalke sehr ähnliche Gesteine kommen im Salzkammergut im Gebiete des oberen (rothen) Muschelkalks unmittelbar unter den Zlambach Schichten und über den Cephalopodenbänken mit *Arc. Studeri* vor. Ferner erscheinen daselbst in allen Horizonten der norischen Hallstätterkalke stellenweise ähnliche Bänke bald von rother Färbung, wie bei Hallstatt, Aussee und Mitterndorf, bald von grauer Färbung, wie auf der Pötschen und bei Mitterndorf. Die rothen Knollenkalke unter den Zlambachschichten würden ihrer Stellung nach am ehesten den in Nordtirol als Draxlehnerkalk bezeichneten Schichten entsprechen können. In den an das Berchtesgadner Salzgebirge angrenzenden Gegenden scheint, nach den Gumbel'schen Darstellungen zu urtheilen, in ähnlicher Weise, wie wir es für das Salzkammergut in den folgenden Absätzen nachweisen werden, noch eine viel weiter nach abwärts reichende Dolomitfacies vorhanden zu sein. Da mir diese Gegenden aus eigener Anschauung nicht hinlänglich bekannt sind, beschränke ich mich auf diese vermuthungsweise Andeutung.

In den Umgebungen von Ischl, Aussee und Hallstatt läuft in ganz analoger Weise, wie in Südtirol, zwischen dem alpinen Röth und den Cardita-Schichten eine dolomitische fossilarme Entwicklung neben einer reichgegliederten, petrefactenreichen Marmor- und Mergelentwicklung her. Die Grenzen zwischen diesen beiden total abweichenden Faciesgebilden sind dabei ebenso scharf und unvermittelt, als in Südtirol, und findet stellenweise in ebenfals analoger Weise ein Ineinandergreifen in wechselnder Höhe statt.

Die Dolomitfacies gleicht vollständig der streckenweise in Nordtirol, wie z. B. im Gebiete von Pillersee und am linken Innufer bei Kufstein, dolomitisch ausgebildeten Wettersteinkalk-Facies und ist wol als die Fortsetzung derselben anzusehen. Der leichteren Uebersicht halber ist jedoch vorher näher in die Erörterung der Marmor- und Mergelfacies einzugehen und hierauf erst das locale Verhalten der Dolomitfacies zu besprechen.

Es ist auch noch zu erwähnen, dass unter der Bezeichnung „Marmor“ nicht ein feinkrystallinisches körniges Gestein, sondern nach dem in der Alpengeologie eingebürgerten Sprachgebrauch bunt gefärbte, muschlig brechende, aus sehr feinem thonigem Kalkschlamm gebildete Kalke im Gegensatz zu den splittrigen, etwas körnigen, weiss und grau gefärbten Gesteinen der Wettersteinkalk-Facies oder der Korallenkalk-Facies des Hauptdolomits verstanden werden.

Marmor- und Mergel-Facies. Den Muschelkalk bilden entweder durchaus dickplattige, graue, häufig hornsteinführende Kalke, von ähnlichem Aussehen wie bei Saalfelden und auf der Südseite des Dachsteingebirges, oder es folgen über graugelblichen wolgeschichteten dolomitischen Bänken weisse, rothgefaserte und sodann rothe Marmore, welche letztere in der Umgebung der Schreyer- und Rossalm in Gosau reichlich die Cephalopoden der Zone des *Arcestes Studeri* führen. Rothe

Knollenkalke mit zahlreichen Einschlüssen von Hornstein, ähnlich den Draxlehnerkalken Nordtirol's, bilden den Schluss des Muschelkalk-Complexes der Schreyeralm. Nordöstlich von Mitterndorf erscheinen statt der rothen Cephalopoden-Marmore über den dolomitischen Bänken graue Kalke mit *Retzia trigonella* und Cephalopoden-Durchschnitten. Die Mächtigkeit des Muschelkalks in Gosau und bei Mitterndorf ist stellenweise eine ziemlich bedeutende und überschreitet wol 300 Meter, bei Aussee jedoch schrumpft dieselbe auf ein Minimum zusammen.

Die den Muschelkalk unmittelbar überlagernden Zlambach-Schichten¹ bestehen aus drei petrographisch und faunistisch wol charakterisirten Facies, welche an einigen Stellen, wie in den Zlambach-Gräben und unterhalb der Zwieselalm, in bestimmter Reihenfolge übereinander erscheinen, in anderen Gegenden aber gesondert auftreten und zu grösserer Mächtigkeit anwachsend die ganze Etage vertreten. Diese drei Facies sind:

1. die Hornsteinkalk- und Schiefer-Facies mit *Rhynchonella pedata*,
2. die Fleckenmergel-Facies mit Fucoiden und Cephalopoden,
3. die dunkle Mergel-Facies mit Korallen-Kalkbänken und ? Gyps.

In meinen früheren Publicationen hielt ich in Uebereinstimmung mit Stur die Kalke mit *Rhynch. pedata* für eine stark abweichende locale Bildung des Muschelkalks und betrachtete den darüber liegenden Pötschenkalk als ein Aequivalent des südalpinen Buchensteiner Kalks. Eine grössere Anzahl glücklicher Petrefactenfunde versetzt mich nunmehr in die Lage, diese Angaben rectificiren zu können. Die Versteinerungen der mit schiefriegen Lagen wechselnden Hornsteinkalke mit *Rhynchonella pedata* finden sich übereinstimmend wieder in den auch petrographisch identischen Schichten, welche in den Zlambachgräben und nächst der Zwieselalm unter der Fleckenmergel-Facies der Zlambach-Schichten liegen und die ich damals als das tiefste Glied der Zlambach-Schichten hielt. Die Halobien, welche bei Aussee in den obersten Bänken der Hornsteinkalk-Facies mit *Rhynch. pedata* vorkommen, gehören einer den Zlambach-Schichten eigenthümlichen Art an. Vor der Untersuchung der Halobien und Daonellen wurde diese *Halobia* (*H. rarestriata* Mojs.) bekanntlich, wie viele weitere Arten, für *Daonella Lommeli* gehalten, was zur irrigen Vorstellung führte, dass die Halobienbänke der Zlambach-Schichten identisch seien mit den in den übrigen alpinen Triasdistricten an der Grenze von Muschelkalk und norischer Stufe auftretenden Daonellenbänken. Den sicheren Beweis dafür, dass die zwischen Alt-Aussee und der Pötschenstrasse so mächtig entwickelten Kalke mit *Rhynch. pedata* als die Vertreter der gesammten Schichtenfolge der Zlambach-Schichten der Zlambach-Gräben zu betrachten sind, liefert die ungestörte regelmässige Ueberlagerung durch den Pötschenkalk, welcher, wie gezeigt werden wird, eine Facies des norischen Hallstätterkalks ist.

An Punkten, wo alle drei Facies über einander auftreten, wurde bis jetzt die Facies mit *Rhynch. pedata* immer als die tiefste, die Fleckenmergel-Facies als die mittlere und die Korallen-Facies als die oberste

¹ Auf die Darstellung der schwierigen Lagerungsverhältnisse der Salzstöcke kann in dieser Arbeit nicht eingegangen werden, da dieselbe ohne die geognostische Detailbeschreibung der Gegend nicht verständlich wäre. Meine Arbeit „über das Gebirge um das Hallstatt“ wird diesbezüglich eingehende Mittheilungen bringen.

Lage beobachtet. Wo die Facies mit *Rhynch. pedata* nicht vorkommt, folgt stellenweise bestimmt die Fleckenmergel-Facies auf den Muschelkalk; an anderen Orten wieder hat es den Anschein, als ob die Korallen-Facies unter der Fleckenmergel-Facies läge.

Die im Hangenden der Zlambach-Schichten folgenden und paläontologisch auf das innigste mit denselben verknüpften norischen Hallstätter-Schichten erscheinen in zweierlei petrographisch ziemlich abweichenden Ausbildungen, welche man als

1. die eigentliche Marmor-Facies und
2. die Knollenkalk- oder Pötschenkalk-Facies

bezeichnen kann.

Die Marmor-Facies, welche als der Typus der Hallstätter Kalke betrachtet wird, umschliesst vorzüglich die einer Reihe altersverschiedener Glieder angehörigen, zahlreichen Versteinerungen, unter denen, wie bekannt, die Cephalopoden weitaus dominiren. In zwei Horizonten kommen Gasteropoden in grösserer Zahl vor. Halobien-Bänke schalten sich durch die ganze Mächtigkeit zwischen den Cephalopoden-Bänken ein und sind durch strenge auf ihr Niveau beschränkte Arten scharf charakterisirt. In diesen hornsteinfreien Complex schieben sich stellenweise in den tieferen Gliedern dolomitische Bänke und in verschiedener Höhe knollige, hornsteinführende, grau oder roth gefärbte Plattenkalke ein. Diese letzteren, in welchen Versteinerungen nicht fehlen, aber viel seltener¹ sind, als in den homogenen, hornsteinfreien Marmoren, vermitteln zwischen der Marmor- und der Pötschenkalk-Facies.

Ich hatte in einer meiner früheren Publicationen², zum Theil verleitet durch die petrographische Uebereinstimmung mit dem südtirolischen Buchensteiner Kalk und die identische Erhaltungsweise der Ammoniten in letzterem und im Pötschenkalk, eine der häufigeren *Arcestes*-Arten aus den Steinbrüchen auf der Pötschenhöhe als *Arcestes Tridentinus Mojs.* bestimmt. In neuerer Zeit erhielt ich jedoch aus denselben Steinbrüchen mehrere, wol erkennbare Exemplare des *Bucephalus celticus*, einer Art, welche in den Schichten mit *Trachyc. bicrenatum* des Hallstätter Marmors sowol bei Hallstatt und Aussee, als auch bei Hallein vorkommt. Ferner fand ich auf einem Gesteinsstück mit *Buc. celticus* von Hallein das bereits aus den Kalken der Pötschenhöhe bekannte und beschriebene *Trachyceras Argonautae Mojs.* Es ist mir daher jetzt sehr wahrscheinlich, dass der früher als *Arc. Tridentinus* bestimmte Arcest der Pötschenhöhe mit einer in den Schichten mit *Trachyc. bicrenatum* häufigen und dem *Arc. Tridentinus* in der That sehr ähnlichen Art, *Arcestes Diogenis Mojs.*, zu identificiren ist.

Die Schichten mit *Trachyc. bicrenatum*, welche auf dem Someraukogel bei Hallstatt als rothe, knollige Plattenkalke erscheinen, gehören einem der obersten Horizonte der norischen Abtheilung der Hallstätter Kalke an. Nachdem nun die Plattenkalk-Steinbrüche auf der Pötschenhöhe

¹ Da an vielen Orten die Knollen der Knollenkalke sich als zerdrückte und abgeriebene Ammoniten-Schalen zu erkennen geben, hat man wol auf sehr bewegten (?) seichten Meeresgrund als Bildungsstätte der Knollen-Kalke zu denken.

² Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden-Fauna der oenischen Gruppe. Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt 1870, pag. 101.

in den obersten Lagen des Pötschenkalkes sich befinden, sind wol die Pötschenkalken als eine die ganze norische Abtheilung des Hallstätter Marmors vertretende Facies zu betrachten.

Was die karnische Abtheilung der Hallstätter Kalke betrifft, so ist nur zu erwähnen, dass die Marmorfacies in jenem Horizonte durch Beimengung einer schwarzgefärbten erdig aussehenden Substanz ein abweichendes Aussehen annimmt, in welchem die mediterranen Typen in grösserer Anzahl zum ersten Male erscheinen.

Das Hauptgebiet der Mergel- und Marmorfacies, welches sich zwischen Aussee, Goisern und Ischl ausdehnt, wird im Norden, Westen und Südwesten durch ein zusammenhängendes Massiv der Dolomifacies begrenzt. An einzelnen Stellen greifen die beiden Hauptfacies in einander derart über, dass einige tiefere Glieder in der Mergel- und Marmorfacies entwickelt sind, über welchen die höher folgenden Glieder durch Dolomit repräsentirt sind. Dies ist beispielsweise auf der Nordseite des Sarstein der Fall, wo zwischen den Pötschenkalken und den Cardita-Schichten lichte Dolomite als Vertreter des karnischen Hallstätterkalks auftreten; ferner an einer Stelle am Nordostgehänge des Ramsaugebirges bei Goisern, wo über der Hornsteinkalkfacies der Zlambachschieften weisse, zuckerkörnige Dolomite bis zu den Cardita-Schichten aufwärts folgen. An andern Stellen, wie auf dem Arikogel bei St. Agatha, am Fusse des Kallenberges bei Goisern und im Goiserer Weissenbachthale reicht die Dolomitbildung von den Cardita-Schichten abwärts bis zu den Werfener Schichten. In solchen Fällen ist es vorderhand unmöglich, in der sich ziemlich gleich bleibenden Dolomitmasse die einzelnen Etagen zu erkennen und gegeneinander abzugrenzen. Manchmal ist zwar der tiefere Theil der Dolomitmasse schwarz gefärbt, während die obere Partie weiss ist; aber auch diese Andeutung einer Trennung ist wegen der Unmöglichkeit, das Alter der Grenzlinie zu bestimmen, vorläufig noch von geringem Werte.

Da das von Aussee bis zum Hundskogel bei Ischl hinaufreichende Gebiet der Mergel- und Marmorfacies im Norden, Westen und Südwesten durch die wol mit der nördlichen Dolomitregion der Berchtesgadener und Reichenhaller Gegend communicirende Dolomitregion des Sarstein-, Ramsau- und Kattergebirges und der nördlich vom Ischl- und Traunthale sich erhebenden Gebirge abgeschlossen ist, muss man annehmen, dass die Verbindung mit dem Hallstatt-Gosauer Gebiet der Mergel- und Marmorfacies durch die Dachsteinkalke des südlichen Theils des Sarsteingebirges der Beobachtung entzogen ist.

Ein sehr regelmässiges Profil am Nordostgehänge des Zwieselberges in der Gosau zeigt über den grauen Kalkplatten des Muschelkalks sämtliche drei Facies der Zlambachschieften, hierauf graue hornsteinführende Kalke (Pötschenkalkfacies) und über diesen weisse, körnige Dolomite. Etwas weiter südlicher, im Süden der Kastenspitze, kommen unter dem weissen Dolomit noch Spuren der Zlambach-Fleckenmergel vor, unter diesen die grauen Bänke des Muschelkalks, welche sich auf die Südseite des Dachsteingebirges fortziehen.

Die Verbindung zwischen dem Gosauer- und dem Hallein-Berchtesgadener Gebiete der Mergel- und Marmorfacies dürfte wenigstens theil-

weise die Abtenauer Gegend herstellen, zum Theil aber dürften die südwestlichen Ausläufer der Osterhorngruppe dieselbe verdecken.

	Dachsteingebirge mit dem Gosauer Stein.		Hallstätter Salzberg, Schreyer Alm.	
Hauptdolomit.	(Im Süden u. Westen) Dachsteinkalk, Korallenriffkalk.	(Im Norden) Dachsteinkalk.	Dachsteinkalk.	
Raibler Schichten.	Nicht nachgewiesen.		Nicht nachgewiesen.	
Zone des <i>Trachyc. Aonoides</i> .	(Im Westen u. Nordwesten) Weisser Dolomit (Wetterstein-Dolomit).			
Zone des <i>Buceph. subbullatus</i> .				
Norische Hallstätter Kalke.	(Im Westen) Weisser Dolomit.	(Im Nordwesten) Pötschenkalk.	Hallstätter Marmor.	
Zlambach-Schichten.	Fleckenmergel.	Korallen-Facies, Fleckenmergel, <i>Rhynch. pedata</i> Sch.	Fleckenmergel.	Fleckenmergel, Korallen-Facies.
Muschelkalk.	Graue, dickplattige Kalke.		Rother Plattenkalk und Marmor mit <i>Arc. Studeri</i> .	
			Lichter Dolomit.	
Röth.	Werfener Schichten.		Werfener Schichten.	

3. Obersteirische Kalkalpen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Verhältnisse ostwärts von Aussee bis gegen die Wiener-Neustädter Ebene hin sich im wesentlichen ebenso darstellen, wie im Salzkammergut. Da mir diese Gegenden indessen aus eigener Anschauung nur theilweise bekannt sind und da ferner nur von verhältnissmässig wenigen Punkten entscheidende und verlässliche Daten über die Fossilführung vorliegen, beschränke ich mich nur auf einige Andeutungen, welche theilweise auf Analogie-Schlüssen mit Zugrundelegung der Verhältnisse im Salzkammergut beruhen.

Dem Südrande entlang scheint sich, wie bereits oben angedeutet wurde, die Korallenkalkfacies des Hauptdolomits, welche auf der Südseite des Dachsteingebirges das steirische Gebiet betritt, in den von Stur als Korallenriffkalk bezeichneten Kalkmassen des Hochschwab, der

Veitsch, Schneealpe, Raxalpe bis zum Wiener Schneeberg fortzusetzen. Dieselben dürften, ähnlich wie am Südgehänge des Dachsteingebirges

Nordgehänge des Sarstein Gebirges.	Aussee-Ischler Salzgebirge.	Ramsau-Katter-Gebirge.	Nördlich des Ischl-Traun-Thals.
Dachsteinkalk.	(Fehlt).	Dachsteinkalk.	Hauptdolomit.
Cardita-Schichten.	(Fehlt).	Cardita-Schichten.	Cardita-Schichten.
Weisser Dolomit (Wetterstein Dolomit).	Hallstätter Marmor.	Weisser Dolomit (Wetterstein Dolomit).	Weisser Dolomit (Wetterstein Dolomit).
Pötschenkalk.	Hallstätter Marmor.		
Hornsteinkalke mit <i>Rhynch. pedata</i> .	Korallen-Facies, Fleckenmergel, <i>Rhynch. pedata</i> Sch.	Hornstein Kalk mit <i>Rhynch. pedata</i> .	
Graue dickplattige Kalke und Dolomit.	?	Graue Kalke.	?
Werfener Schichten.	Werfener Schichten.	Werfener Schichten.	?

transgredirend über Muschelkalk liegen. Etwas nördlicher würden die Cardita-Schichten, welche durch ihre bezeichnendsten Fossile von Wandau bei Hieflau und Aue bei Seewiesen nachgewiesen sind und denen wegen des Vorkommens von *Halobia rugosa* wol auch Stur's „Aviculenschiefer“ im nordöstlichen Theile der Steiermark angehören, unter den Korallenkalcken erscheinen, und zwar nach Stur's Darstellungen über dem Muschelkalk, mithin in gleicher Weise im Süden übergreifend, wie auf der Südseite des Ewigen Schneegebirgs bei Werfen.

In beträchtlicher Entfernung vom Südrande der Kalkalpen erst befinden sich die durch dazwischen tretende Dachsteinkalke isolirten Vorkommnisse von Hallstätter Schichten. Im Osten, zwischen Mariazell und Hörnstein, sind dieselben schon seit längerer Zeit bekannt, aber mit Ausnahme von Hörnstein in unseren Sammlungen in paläontologischer

Beziehung so dürftig vertreten, dass ausser der *Monotis salinaria* fast kein entscheidendes oder zu schärferen Bestimmungen hinlänglich erhaltenes Fossil vorliegt. Herrn H. Hauenschild verdanke ich die Mittheilung über ein bisher in der Literatur noch nicht erwähntes Vorkommen von Hallstätterkalk mit Cephalopoden im Süden von Windischgarsten. Es dürfte dasselbe vielleicht mit jenen weissen Kalken der Umgebung von Pass Pyhrn zusammenhängen, aus denen schon seit geraumer Zeit *Monotis salinaria* bekannt ist. Als ein das ersterwähnte mit dem letztgenannten verbindendes Vorkommen möchte ich die obere Abtheilung des Reifingerkalks von Reifling erwähnen. Ueber den dunklen tieferen Kalken mit *Arc. Studeri* befinden sich lichtgrau gefärbte, den Pötschenkalken des Salzkammergutes ausserordentlich ähnliche Kalke, aus denen ein bereits von Fr. v. Hauer und Stur erwähntes Exemplar eines *Trachyceras* stammt¹, welches ganz den Typus der in älterer Zeit als „*Ammonites Aon*“ bezeichneten Formen trägt, welche in der juvavischen Provinz erst über den Zlambachschiechten, in der mediterranen Provinz über den Buchensteiner Kalken erscheinen. Im vollkommenen Einklange mit dem Vorkommen so hoch entwickelter *Trachyceras*-Formen steht es, dass in den schiefrigen Kalken über dem Reifinger Kalk nicht *Daonella parthanensis*, welche gewöhnlich den Muschelkalk nach oben abschliesst, sondern echte Halobien vorkommen, unter welchen *Halobia intermedia* als Zwischenform zwischen *Halobia superba* und *Halobia rugosa* karnisches Alter der sie umschliessenden Kalke andeutet.

Der „Reiflinger Kalk“ von Reifling umfasst daher ausser dem oberen Muschelkalk höchst wahrscheinlich noch die ganze norische Stufe und reicht muthmasslich in die karnische Stufe bis zur Zone des *Trachyc. Aonoides*.

Die Zlambachschiechten konnten bisher, östlich von Mitterndorf, in keiner der aus dem Salzkammergut bekannten Facies nachgewiesen werden. Es muss späteren Forschungen überlassen bleiben, zu constatiren, ob eine fossilführende Vertretung derselben in diesen Gegenden überhaupt vorhanden ist. Auch wird noch nachzuweisen sein, ob im Osten von Reifling die Hallstätter Schichten ausser norischen, die bis jetzt allein durch Versteinerungen angedeutet sind, auch noch karnische Bildungen repräsentiren.

4. Niederösterreichische Kalkalpen. Auch für dieses, nördlich vom vorigen gelegene Gebiet, muss ich mich zumeist auf die Angaben Anderer und auf vorliegende Petrefacten-Suiten stützen, da mir aus persönlicher Anschauung nur ein geringer Bezirk bekannt ist.

Im grössten Theile dieses Gebietes scheint der Muschelkalk in derselben Facies aufzutreten, wie in jenen nordtirolischen Gebieten, in welchen die Partnachfacies vorhanden ist. Bänke mit *Daonella parthanensis* bilden die obere Grenze desselben. Ein vielversprechender Cephalopoden-Fundort befindet sich auf dem Gstettner Berge bei Lunz, von wo ich der

¹ Ich habe dieses Exemplar in einer früheren Mittheilung (Jahrb. der Geol. Reichsanstalt. 1870, pag. 107) irrthümlich als *Trachyc. Baconicum* bestimmt. Die Unterschiede liegen darin, dass die Knoten der Externseite im Sinne der Spirale verlängert und die Rippen weniger zahlreich und ebenso wie die Knoten stärker sind.

Güte des Herrn J. Haberfellner einige neue Ammoniten-Arten verdanke, welche vielleicht in directer genetischer Beziehung zu Formenreihen der norischen Zlambach- und Hallstätter Schichten stehen.

Die norische Stufe ist theils, wie in der Brühl bei Wien, durch lichte dolomitische Kalke angedeutet, theils vielleicht ganz unvertreten, wenn sich nicht etwa mit der Zeit Bänke vom petrographischen Habitus des Muschelkalks als Repräsentanten derselben erweisen werden, was nach der Analogie mit Reiffing nicht unmöglich wäre.

Das nächst höhere Glied bilden schwarze oder gelbe ebenflächige Kalkschiefer (die sogenannten Aonschiefer Hertle's), welche sowol petrographisch als auch nach ihren paläontologischen Einschlüssen vollkommen mit den berühmten Fischechiefern von Raibl übereinstimmen und die Zone des *Trachyc. Aonoides* der Hallstätter Marmorc entweder ganz oder zum Theile vertreten. Die Verbreitung derselben beschränkt sich auf den südlichen Theil des Gebiets, auf das sogenannte Mittelgebirge; im nördlichen Theile, in den Voralpen, fehlen entweder diese Schiefer, oder sie sind, was wahrscheinlicher ist, durch eine petrefactenarme Facies vertreten.

Die sowol in den Voralpen, als auch im Mittelgebirge auftretenden Cardita-Schichten folgen in letzterem Gebiete unmittelbar auf die unterlagernden „Aonschiefer“.

Die innige paläontologische Verbindung zwischen der Zone des *Trachyceras Aonoides* und den Cardita-Schichten, welche bereits durch das Vorkommen von charakteristischen Arten der Cardita-Schichten, wie *Pinacoceras floridum*, *Nautilus Wulfeni*, *Halobia rugosa* u. s. f. in den obersten Hallstätter Marmoren angedeutet ist, wird durch das Hinaufreichen bezeichnender Arten des „Aonschiefers“ in die „Reingrabner Schiefer“ genannte Facies der Cardita-Schichten erfreulich bestätigt, wie ich aus freundlichen Einsendungen des Herrn Haberfellner aus der Umgebung von Lunz ersehe.

Die in diesem Gebiete versuchte Trennung der Cardita-Schichten in drei altersverschiedene Glieder: Reingrabener Schiefer, Lunzer Sandstein und Opponitzer Schichten hat nur ganz beschränkte Gültigkeit. Wie die vielen Aufschlüsse in den Nordtiroler Kalkalpen auf das klarste darthun, sind die genannten drei Bildungen keineswegs verschiedenen Alters, sondern manigfach unter einander verknüpfte, stellvertretende oder wechsellagernde Facies der Cardita-Schichten. In den niederösterreichischen Voralpen hat die Unterscheidung des mächtig entwickelten Lunzer Sandsteines als Trägers einer Kohlenformation einigen praktischen Werth. Aber gegen Süden zu, im Gebiete des Mittelgebirges, nimmt der Lunzer Sandstein rasch an Mächtigkeit ab und keilt an vielen Stellen vollständig aus, so dass die Opponitzer Schichten unmittelbar auf die Reingrabener Schiefer zu liegen kommen.

Der im Hangenden der Cardita-Schichten folgende sogenannte Opponitzer Dolomit dieses Gebietes ist, wie ich bereits bei einer früheren Gelegenheit[†] nachgewiesen habe, völlig identisch mit dem nordtirolischen Hauptdolomit.

[†] Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1872, pag. 12.

Schlussbetrachtungen.

Die vorhergehenden Darstellungen werden die unerwarteten Schwierigkeiten wenigstens in flüchtigen Umrissen ermassen lassen, welche der häufige, meist unvermittelte Wechsel stellvertretender Faciesgebilde der Deutung, Gliederung und Parallelisirung der alpinen Triasablagerungen bereitete. Die scharfe Sonderung der Faunen lieferte uns die zuverlässigen, strenge paläontologischen Handhaben zur stratigraphischen Bewältigung, und wenn auch häufig dürftige Anhaltspunkte nur eine annähernde Bestimmung gestatteten, so ist mir doch aus dem ganzen Gebiete der Alpen nicht Eine Thatsache bekannt, welche im Widerspruche mit den paläontologischen Grundlagen und Folgerungen stünde.

Die beobachteten Faciesgebilde der mediterranen und juvavischen Provinz lassen sich in zwei nebeneinander herlaufende Hauptreihen einordnen. Die eine dieser Reihen besteht aus thonreichen grauen, rothen und schwarzen Kalksedimenten feinklastischen Ursprungs und diese Reihe ist es, welche ausser Pflanzenresten vorherrschend die Reste solcher mariner Thiere umschliesst, welche sich frei und ungehindert über grössere Entfernungen hin im Meere bewegen und auf die offene See wagen können. Die zweite Hauptreihe bilden die unter den Bezeichnungen Schlerndolomit, Wettersteinkalk, Korallriffkalk bekannten Ablagerungen, welche nur einen sehr geringen oder gar keinen Thongehalt besitzen, nur stellenweise an den Grenzen der Faciesbezirke thonhaltige Zwischenlagen zeigen und vorherrschend weisse, seltener durch Bitumengehalt hervorgebrachte dunkle Farbenschattirungen aufweisen. Diese Facies, welche von Mollusken hauptsächlich grosse korallophile Schnecken beherbergt, verhält sich zur ersten Facies genau so, wie die Coralliens des Jura zu den stellvertretenden übrigen marinen jurassischen Facies. Mögen auch stellenweise riesige kalkschalige Foraminiferen vorwiegend das Material zur Bildung beigetragen haben, so drängen doch alle vorliegenden Thatsachen zu der Folgerung, dass die Gesteine dieser zweiten Facies nach Art der Riffkalksteine gebildet wurden. Die salzburgische Korallenkalkfacies des Hauptdolomits, welche petrographisch die grösste Aehnlichkeit mit dem Wettersteinkalk und mit magnesiaarmem Schlerndolomit hat, ist, wie die zahlreichen Koralleneinschlüsse beweisen, ein echtes Korallenriff. Seitdem durch Dana¹ die Dolomitisirung recenter Korallenriffe nachgewiesen ist, steht die häufig dolomitische Beschaffenheit des Wettersteinkalks und Schlerndolomits im besten Einklange mit der zuerst durch Ferd. von Richthofen supponirten riffsteinartigen Entstehung, und liefert diese letztere, wie es scheint, eine sehr befriedigende Erklärung der Dolomitisirung² unserer Rifffacies.

Eine sehr merkwürdige Thatsache ist es, dass der manigfache Wechsel abweichender Facies im ganzen Gebiete der Ostalpen mit dem

¹ Corals and Coral Islands, pag. 356.

² Dass in vielen anderen Fällen, wie z. B. bei dolomitischen Mergeln, ein chemischer Niederschlag der Magnesia oder anderweitige Vorgänge der Dolomitisirung zur Erklärung der Dolomitbildung nicht ausgeschlossen sind, bedarf wol kaum der Erwähnung.

Schlusse der Ablagerung der Raibler Schichten einen gleichmässigen Abschluss findet. Bereits innerhalb der Raibler Schichten ist der Gegensatz der Faciesgebilde kein so schroffer und unvermittelter mehr und deutet die weite horizontale Verbreitung und das massenhafte Auftreten der Arten auf den Eintritt ziemlich gleichartiger physikalischer Verhältnisse im Gesamtgebiete der alpinen Trias hin. Der Charakter der organischen Einschlüsse lässt auf seichtere Gewässer und die stellenweise Nähe von Land schliessen; gleichwol widerspricht das transgredirende Uebergreifen der Raibler Schichten in manchen Gegenden der Annahme einer eingetretenen Hebung, vielmehr dürfte die Ausfüllung der Meeresbecken mit den Sedimenten der vorhergehenden Etagen die Tiefe des Meeres verringert, die Trockenlegung gewisser äusserer Küsten verursacht und ein partielles Einwärtsdrängen des Meeres herbeigeführt haben. — Die erwähnten Eigenschaften der Raibler Schichten stempeln dieselben für den praktischen Alpengeologen zu einem der wertvollsten Orientierungshorizonte.

Die bedeutende Mächtigkeit des Hauptdolomits weist wieder auf den Eintritt einer allmählich und ziemlich gleichmässig während der ganzen Bildungsdauer des Hauptdolomits vor sich gehenden Senkung hin. Die ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, dass der Hauptdolomit (Dachsteinkalk) in abyssischen Tiefen gebildet wurde, ist mit dem massenhaften Vorkommen grosser schwerer Bivalven (Megalodonten) und mit dem häufigen Alterniren magnesiareicher und magnesiaarmer Bänke schwer vereinbar.

An Beispielen homolog scharfen und unvermittelten Wechsels der Facies, wie in den alpinen Triasbildungen, fehlt es nicht. Um an möglichst naheliegende Verhältnisse zu erinnern, möchte ich nur der im Gebiete der Triaskalkalpen vorkommenden, manigfaltigen Faciesgebilde der Juraperiode gedenken. Die wolbekannten Namen Grestener Schichten, Adnetherkalk, Hierlatskalk, Fleckenmergel, Aptychenschiefer u. s. f. bezeichnen innerhalb gewisser verticaler Grenzen lediglich die Facies-Ausbildung. Es gehen diese Faciesgebilde entweder nebeneinander durch eine Reihe aufeinanderfolgender Zonen her oder es alterniren dieselben in wechselnder Höhe mit einander, genau sowie dies bei den Faciesgebilden der Zlambach Schichten, der Hallstätter Schichten und der Cardita Schichten der Fall ist. Die Plassenkalke des Salzkammergutes verhalten sich zu den oberjurassischen Aptychen Schichten ebenso wie der Schlerndolomit und der Wettersteinkalk zur Tuffmergel- und Partnach-Facies. Die Aptychenschiefer reichen in manchen Gegenden vom Dogger durch den Malm aufwärts bis hoch in das Neocomien hinein, während sie an benachbarten Punkten innerhalb einer Corallien- oder einer Marmor-Entwicklung vielleicht nur eine einzige Zone vertreten. Sehr lehrreiche Beispiele raschen unvermittelten Facies-Wechsels sind von Beyrich¹ aus der Gegend von Vils und Füssen und von Neumayr² aus dem karpathischen Klippengebiet beschrieben worden.

¹ Ueber die Lagerung der Lias- und Jura-Bildungen bei Vils. Monatsberichte der k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1862, pag. 647.

² Jurastudien. 5. Der penninische Klippenzug. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1871, pag. 451.

Das beschränkte Auftreten der Corallien-Facies, die geringere Mächtigkeit und die Möglichkeit einer directen Beziehung auf die wol-studierten ausseralpinen Ablagerungen erleichterten ebenso sehr das Erkennen der alpinjurassischen Faciesgebilde, wie die entgegenetzten Umstände die Entzifferung der alpintriadischen Formationen wesentlich erschwert hatten.

Gegenüber den forcirten Bestrebungen, die alpinen Triasbildungen mit den ausseralpinen deutschen Triasablagerungen Etage für Etage und Bank für Bank zu parallelisiren, habe ich mich stets abwartend und theilweise ablehnend verhalten ¹. Hochangesehene Forscher, welche ich wegen ihrer grossen Verdienste um die Wissenschaft persönlich sehr hoch schätze, haben mir daraus einen Vorwurf gemacht und nicht ohne Geringschätzung den wissenschaftlichen Standpunkt der Alpengeologie als „Kirchthumgeologie“ bezeichnet. Eine gedrängte Darstellung der thatsächlichen Verhältnisse möge zeigen, inwieferne das genannte Epitheton auf den von mir festgehaltenen Standpunkt anwendbar ist.

In einer kürzlich publicirten Notiz ² über das Verhältniss des alpinen zum ausseralpinen Muschelkalk habe ich nachzuweisen versucht, dass die alpinen Schichten mit *Arcestes Studeri* das beiläufige Aequivalent des ausseralpinen Hauptmuschelkalks sind. Ich bin dabei von der erst kürzlich nachgewiesenen Thatsache ausgegangen, dass im alpinen Muschelkalk zwei, genetisch zwar innig verknüpfte, aber doch hinlänglich scharf gesonderte Cephalopodenfaunen vorhanden sind, von denen die untere durch eine wahrscheinlich identische und eine vicarirende Art mit der Cephalopodenfauna des Wellenkalkes verbunden ist. Da sich nun mit dieser unteren alpinen Cephalopodenfauna des Muschelkalkes auch die auf den deutschen Wellenkalk beschränkten Brachiopoden finden, welche mit der oberen alpinen Muschelkalk-Cephalopodenfauna nicht mehr vorkommen, schloss ich, dass blos die untere Etage des alpinen Muschelkalks dem deutschen Wellenkalk entspricht. Da ferner mit der oberen alpinen Muschelkalk-Cephalopodenfauna nur solche ausseralpine Muschelkalkfossile vorkommen, welche in den Alpen bereits zur Zeit der unteren Muschelkalk-Cephalopodenfauna vorhanden waren, folgerte ich, dass eine eingetretene Isolirung des alpinen und des deutschen Triasmeeres (welche wol bereits während der Wellenkalk-Zeit sich ereignete), die abweichende weitere Entwicklung der Cephalopoden inner- und ausserhalb der Alpen veranlasst haben möge, und bezeichnete demgemäss die Schichten mit *Arcestes Studeri* als ein beiläufiges Aequivalent des deutschen Hauptmuschelkalkes, ohne jedoch die obere Grenze der alpinen und ausseralpinen Bildungen als coincident zu erklären.

Während Stur blos auf das Vorkommen der Wellenkalk-Brachiopoden sich stützend bereits vor dem Bekanntwerden der unteren Cepha-

¹ Sollten in dieser Arbeit an was immer für einer Stelle bei der Besprechung der Ansichten Anderer zu scharfe Ausdrücke angewendet worden sein, so hat dies selbstverständlich nie seinen Grund in einer Animosität gegen Personen, sondern lediglich im Eifer für die wissenschaftliche Darlegung meiner möglicherweise ebenfalls irrigen Anschauungen.

² Zur Unterscheidung und Parallelisirung der zwei alpinen Muschelkalk-Etagen. Verh. der Geol. Reichsanstalt 1873, pag. 296.

lopodenfauna den alpinen Muschelkalk in derselben Weise mit dem deutschen Muschelkalk parallelisirte, wie wir es nun aus den angeführten Gründen thun, haben andere Forscher auf die Analogie der Cephalopoden der Schichten mit *Arc. Studeri* mit den Cephalopoden des deutschen Wellenkalks die alpinen Schichten mit *Arc. Studeri* noch dem Wellenkalk beigerechnet. Als alpines Acquivalent des Hauptmuschelkalkes erklärten Einige die alpinen Schichten mit *Daonella Moussoni*, weil diese Art sich angeblich auch im deutschen Hauptmuschelkalk von Koburg finden sollte. Andere dagegen parallelisirten ganz willkürlich, blos auf das Vorkommen der Gattung *Daonella* im deutschen Hauptmuschelkalk sich berufend, die über den Schichten mit *Arc. Studeri* in den Alpen auftretenden Daonellschichten mit dem Hauptmuschelkalk, ohne sich auf die Uebereinstimmung einer Art zu beziehen und ohne die bereits damals bekannten tieferen und höheren alpinen Daonellen-Vorkommnisse weiter in Betracht zu ziehen. Was nun die Analogie der Cephalopoden des Wellenkalks mit den Cephalopoden der Zone des *Arc. Studeri* betrifft, so verliert dieses Argument seit der Entdeckung der unteren alpinen Cephalopodenfauna völlig seine Beweiskraft. Wenn man die zahlreichen genauen Petrefactenlisten durchgeht, welche über die verschiedenen Bänke des deutschen Muschelkalks vorliegen, so fällt sofort die weite verticale Verbreitung der Arten auf, und wenn man es versucht, sich eine Rechenschaft über den wirklichen Eintritt einer neuen, von der älteren derivirten oder die ältere ersetzenden gleichartigen Fauna zu geben, so wird man finden, dass der ganze Wellenkalk nur als Eine und der Hauptmuschelkalk mit *Trachyc. nodosum* als eine zweite, aber vielfach noch mit der ersten identische Fauna zu betrachten ist. Die angenommenen Unterscheidungen der einzelnen Abtheilungen des Wellenkalks und Hauptmuschelkalks haben gewiss local praktische Giltigkeit und Berechtigung, aber es wäre ungerechtfertigt, diesen Abtheilungen, welche, wie Eck angedeutet hat, nur abweichende Facies repräsentiren, die Bedeutung von Etagen zuzuerkennen. Die Fauna des Wellenkalkes ist eine vorherrschende Pelecypoden- und Brachiopodenfauna, gewisse auch petrographisch ausgezeichnete Bänke umschliessen hauptsächlich nur die eine oder die andere Fauna, sind daher Pelecypoden- oder Brachiopodenfacies. Eine eigentliche Cephalopodenfacies kommt im Wellenkalk nicht vor. Nur gelegentlich und vereinzelt finden sich Cephalopoden in Schichten, welche anderen Facies angehören. Solche isolirte Funde¹ können daher selbst in dem Falle nicht eine Verschiedenheit der Etage anzeigen, wenn in einer tieferen Bank eine andere Art gefunden wurde, als in einer höheren, weil dies rein zufällig sein kann, vorausgesetzt, dass nicht schon durch Erfahrungen in anderen Gegenden festgestellt ist, dass die Arten wirklich verschiedenen Horizonten angehören. Dieser letztere Fall trifft aber für den deutschen Wellenkalk nicht

¹ Was den durch Sandberger signalisirten Fund von *Trachyc. Lukanense* in den obersten Wellenkalk-Schichten bei Würzburg betrifft, so würde selbst, wenn darunter ein ähnliche Form wie *Tr. Lukanense Beyrich* (= *Tr. binodosum Hauer*) gemeint sein sollte, dies die Sachlage keineswegs modificiren, da ähnliche Formen auch im unteren Muschelkalk der Alpen vorkommen. Das Niveau des *Trachyc. Lukanense F. v. Hauer* in den Alpen ist dagegen bisher noch nicht ermittelt.

zu und wenn wir von dem massenhaften Vorkommen gewisser Gattungen in einzelnen Abtheilungen absehen, was eben lediglich die vorherrschende Facies herbeiführt, bleibt die Fauna durch den ganzen Wellenkalk wesentlich die gleiche.

Dieser Einen Wellenkalkfauna stellen wir die Eine untere Fauna des alpinen Muschelkalks gegenüber. — Was das angebliche Auftreten der *Daonella Moussoni* im Muschelkalk von Koburg betrifft, berufe ich mich auf meine gleichzeitig mit dieser Arbeit erscheinende Monographie ¹ über *Daonella* und *Halobia*, in welcher gezeigt wird, dass die alpine *Daonella Moussoni* und die Koburg'sche *Daonella Bergeri* wesentlich verschiedene Arten sind.

Da die deutsche Anhydritgruppe lediglich ein fossilarmes Faciesgebilde von unbestimmter Stellung ist, auf welches bei Parallelisirungen mit entfernteren Gegenden keine Rücksicht genommen werden kann, müssen die alpinen Muschelkalkschichten mit *Arcestes Studeri* ihrer Bildungszeit nach ungefähr mit der zweiten ausseralpinen Muschelkalkfauna, d. i. mit dem Hauptmuschelkalk zusammenfallen. Indessen herrscht bereits in diesem Niveau eine nicht wegzuläugnende Unsicherheit über die Begrenzung gegen oben, was eine Folge der divergirenden Entwicklung der Faunen in den getrennten Bildungsräumen ist. Es ist vor allem fraglich, ob die Ersetzung und Umänderung der Faunen in den separirten Meeresbecken gleichen Schritt gehalten hat, was möglich, aber nicht nothwendig ist, da z. B. in der juvavischen Provinz zur norischen Zeit der Wechsel der Faunen ein rascherer war, als in der mediterianen Provinz. Ferner ist es ungewiss, ob die deutschen Muschelkalkschichten mit *Trachyc. semipartitum* noch der Fauna des *Trachyc. nodosum* oder einer höheren Fauna angehören ².

Bleiben mithin der Natur der Sache nach schwer wegzuräumende Bedenken rücksichtlich der exacten Parallelisirung des oberen Muschelkalks übrig, so verlieren wir in den höheren Horizonten den Faden der Vergleichung auf Grundlage mariner Thierreste vollständig. Die Verwandlung des bereits zur Zeit des oberen Muschelkalks von dem alpinen Triasmeer getrennten deutschen Triasbecken in ein seichtes ³, mit der

¹ Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. VII, Heft 2.

² Es ist vielleicht nicht unzweckmässig, daran zu erinnern, dass die Fauna des deutschen Hauptmuschelkalks nach unseren bisherigen Erfahrungen wesentlich auf das deutsche Triasterritorium beschränkt ist, während die alpine Muschelkalk Fauna eine weite horizontale Verbreitung besitzt.

³ Ramsay hatte (Quart Journ. Geol. Society 1871, pag. 189, On the physical relations of the new red marl, rhaetic beds, and lower Lias; loc. eod. p. 241, On the red rocks of England of older date than the Trias; ferner in Nature, Vol. VII, pag. 333, On Lakes) nachzuweisen versucht, dass die verschiedenartigen rothgefärbten Sandstein- und Mergel-Formationen in Inlands-Salzwasserseen, gleich dem Caspischen Meere und den asiatischen Salzsee'n gebildet wurden. Dies mag in den von Ramsay angeführten Beispielen durchaus richtig sein, und es mag sich daraus auch die auffallende Fossilarmut der permischen Bildungen Europa's erklären. Die Behauptung Ramsay's aber, dass es keine echten marinen Bildungen gäbe, welche roth gefärbt wären, ist entschieden irrig, wie nicht nur die alpinen rothen Trias- und Jura-Kalke mit zahlreichen Cephalopoden-Einschlüssen beweisen, sondern wie auch aus den letztjährigen Tiefsee-Untersuchungen der Challenger-Expedition im atlantischen Ocean hervorgeht. Aus den Reise-Berichten Wyville Thomson's an das treffliche Londoner Journal

offenen See vielleicht nur zeitweise communicirendes Salzwasserbecken fällt beiläufig, nach Massgabe der für den oberen Muschelkalk gezogenen Parallele, mit der Abtrennung der juvavischen Provinz in den Alpen zusammen. Eine Parallele mit den Cassianer Schichten meinte Herr Dr. Nies¹ im „Grenzdolomite“ des Steigerwaldes gefunden zu haben. Die angeführten Arten *Modiola gracilis*, *Trigonia harpa*, *Natica cassiana*, reichen aber theils wegen ihrer indifferenten, in verschiedenen alpinen Horizonten kaum zu unterscheidenden Gestalt, theils, wie bei *Trig. harpa*, wegen der keineswegs vollständigen Uebereinstimmung, vorläufig wenigstens, zu einer sicheren Parallelisirung nicht aus. Die Identificirung der Cassianer Pygmäen- und Jugendformen ist überhaupt eine sehr schwierige, oft unlösbare Aufgabe. Eine grössere Vorsicht bei der Identificirung mit Cassianer Arten ist auch aus dem Grunde empfehlenswert, weil wir von einer grossen Anzahl von Cassianer Pelecypoden- und Gastropoden-Typen weder die Vorläufer in den älteren Triasetagen noch die Nachkommen in den jüngeren Trias-Horizonten kennen. Da nun jedenfalls anzunehmen ist, dass die noch unbekanntenen Formen dieser Lücken sich nur durch feinere Merkmale von den Cassianer Arten derselben Formenreihen unterscheiden werden, so darf aus dem Vorkommen ähnlicher Formen in entfernteren, anderen Provinzen angehörigen Gegenden nicht ohne weiters auf das Niveau der Cassianer Schichten geschlossen werden. Zu weiteren Parallelen gab die Fauna und Flora der Raibler Schichten Anlass. Aus der Uebereinstimmung einiger Pflanzenarten der nordalpinen Raibler (*Cardita*-) Schichten mit Pflanzen der Lettenkohle wurden von G ü m b e l die als Eine Etage betrachteten Partnachsichten und von Stur die gleichfalls als Eine Etage angesehenen Lunzer Sandsteine mit der deutschen Lettenkohle parallelisirt, und diese Gleichstellung lieferte den Ausgangspunkt für die weiteren Vergleiche alpiner Horizonte mit ausseralpinen Keuperbänkchen. Es ist in der vorliegenden Arbeit gezeigt worden, dass die Hauptmasse der Partnachsichten ein Faciesgebilde einer Reihe alpiner Etagen ist und dass die darüber liegenden Pflanzen-Sandsteine bereits dem Niveau der *Cardita*-Schichten angehören. Es ist ferner aus dieser Arbeit ersichtlich, dass der Lunzer Sandstein nur ein Faciesgebilde der *Cardita*-Schichten ist, ebenso wie die Torer- und Heiligenkreuzschichten. Die Mehrzahl der versuchten Parallelisirungen (des Lunzer Sandsteines, der Raibler-Schichten, der Heiligenkreuzschichten) gründet sich mithin auf die Faciesgebilde eines einzigen alpinen Horizontes, welche man für Etagen gehalten hatte.

„Nature“ (Vol. VIII, pag. 30, 51, 266) ersieht man nämlich, dass der Boden des atlantischen Oceans zwischen den Canarischen- und den Westindischen-Inseln in einer Länge von beiläufig 1900 miles und zwischen St. Thomas und Bermudas von einem rothen Thon (red clay) gebildet wird.

Die vorherrschend rothe Färbung des Keupers kann daher noch keineswegs die geringe Tiefe und die Abgeschlossenheit des Keupermeeres beweisen. In dieser Beziehung geben aber die Gyps- und Steinsalz-Ablagerungen sowie die mit den Mergeln und Dolomiten alternirenden Sandsteine mit Landpflanzen, die Thierfährten, die Reste von Sauriern und von *Ceratodus* sehr werthvolle Aufschlüsse.

¹ Beiträge zur Kenntniss des Keupers im Steigerwald. Würzburg 1868, pag. 17 und fg.

Vorausgesetzt, dass die Parallele des Grenzdolomits mit den Cassianer-Schichten richtig wäre, würde nach Massgabe der gezogenen Parallelen in den Alpen die Lettenkohle über den Aequivalenten des Grenzdolomits liegen und bis in die bunten Mergel über dem Schilfsandstein hinaufreichen! Emmerich¹ hat die Unwahrscheinlichkeit solcher Parallelisierungen gefühlt, als er den Lunzer Sandstein mit dem Schilfsandstein in dasselbe Niveau versetzte.

Wenn man von der Lettenkohle-Gruppe absieht, deren Fauna sich noch enge an den Muschelkalk anschliesst, weiss man von den höheren Abtheilungen des Keuper heute noch nicht, was Etage und was Faciesgebilde ist, wo die Grenzen getrennter Faunen verlaufen und wieviele Faunen überhaupt vorhanden sind. Darin liegt gleichfalls noch eine der vielen Schwierigkeiten für die Vergleichung des Keupers mit gleichzeitigen Bildungen anderer Gegenden. Die Möglichkeit zugegeben, dass zeitweise Einwanderungen oder Einschwemmungen von Conchylien benachbarter Triasprovinzen stattgehabt haben können, wodurch uns ein Mittel an die Hand gegeben wäre, annähernde Parallelen mit diesen auswärtigen Districten zu ziehen, kann von einer durchgreifenden und begründeten Parallelisirung des Keupers doch nicht früher die Rede sein, als bis man die Zahl und die Grenzen der Keuperetagen kennt. Die bisherigen Erfahrungen sind nicht geeignet, eine befriedigende Lösung dieser Fundamental-Bedingung erwarten zu lassen. Sollten jedoch sanguinische Wünsche in Zukunft verwirklicht werden, so könnten Funde alpiner Fossilien dereinst vielleicht zur annähernden Gliederung des Keupers benutzt werden! Grosse Vorsicht wird übrigens stets aus dem bereits anlässlich der Bestimmung der Cassianer-Typen erwähnten Grunde erforderlich sein, dass wir von sehr vielen alpinen Pelecypoden- und Gastropoden-Typen nur vereinzelte Arten aus Einem Horizonte kennen, und es daher noch unbekannt ist, ob etwa die eine oder die andere Form unverändert durch mehrere Etagen reicht und welche subtileren Unterschiede den Angehörigen anderer Formenreihen in den einzelnen Zonen zukommen.

So kennen wir bis jetzt den Typus der *Trigonia Kefersteini* nur aus den Raibler Schichten; es ist uns vollständig unbekannt, ob nicht diese Form mit unveränderten Merkmalen eine grössere vertikale Verbreitung erreicht hat, wo eine Aenderung eingetreten ist und welcher Art dieselbe war. Wäre es daher schon aus diesem Grunde nicht rathsam aus dem Vorkommen dieses Typus in der Bleiglanzbank des Gypskeupers auf die Altersgleichheit dieser letzteren und der Raibler Schichten zu folgern, so bietet das Fehlen der *Trigonia Kefersteini* im Bezirke der Cardita-Schichten, mithin in den ganzen Nordalpen, ein weiteres Bedenken dar. Noch viel misslicher sind selbstverständlich auf indifferente Formen, wie *Corbula* und *Anoplophora*, gegründete Vergleichungen.

Die marinen Faunen, auf welche mit vollem Rechte das ganze System der Stratigraphie gegründet ist, gestatten daher vorläufig nicht, andere schärfere Parallelen zwischen der alpinen und ausseralpinen Trias zu ziehen, als die Parallele der rhätischen Bildungen und die

¹ Geologische Geschichte der Alpen. Schaubach's Deutsche Alpen, 2. Auflage. I. Bd. pag. 350. Credner, Elemente der Geologie, pag. 396.

Parallele des Muschelkalks und des Röths. Alle die dazwischenliegenden alpinen Faunen, welche unsere karnische und norische Stufe bilden, können nur in ihrer Gesamtheit dem deutschen Keuper gleichgestellt werden, und jeder Versuch, auf Grundlage der vorliegenden Daten eine Detailparallelisirung durchzuführen oder einzelne Horizonte anzugleichen, müsste dermalen noch als verfrüht bezeichnet werden.

Es erübrigt uns noch, die auf Pflanzenreste gegründete Parallele zwischen dem Lunzer Sandstein (se. *Cardita*-Schichten) und der Lettenkohle zu besprechen. Die Misslichkeit, Landpflanzen-Reste zur schärferen Niveau-Bestimmung mariner Schichten zu verwenden, geht zunächst aus der inneren Unwahrscheinlichkeit hervor, dass die Umänderung der Landflora gleichen Schritt gehalten haben sollte mit der Umänderung der marinen Fauna. Weitere Schwierigkeiten liegen in der durch die Vertheilung des festen Landes und andere Umstände bedingten Spaltung der Florengebiete in Localflora, in der durch die Veränderung der Festlandsumrisse eintretenden Verdrängung der Floren in andere, bis dahin nicht von denselben innegehabte Gebiete. Wenn uns daher in einer Gegend, in welcher durch lange Zeiträume nur marine Niederschläge erfolgten, plötzlich in einem Horizonte Schichten mit zahlreichen Landpflanzen-Resten entgegneten, so werden wir, falls die Umstände die Unmöglichkeit einer weiteren Verfrachtung durch Strömungen ausschliessen, folgern müssen, dass eine Aenderung der Festlandsumrisse eingetreten und aus entfernteren Gegenden eine Flora in vormaliges Meeresgebiet eingewandert ist. Der Schluss, dass diese Flora unbedingt gleichzeitig sein müsse mit einer gleichen Flora, welche in einer entfernteren Gegend, wo bereits durch längere Zeit Festland war, gefunden wird, wäre daher nicht gestattet. Die Vergleichung der heutigen Florengebiete der alten und neuen Welt mit den tertiären Floren unserer Gegenden illustriert in schlagender Weise die Richtigkeit dieser Anschauungen.

Der Charakter der alpinen Floren zwischen dem Muschelkalk und den Raibler Schichten, soweit sich derselbe aus den wenigen darüber vorliegenden Andeutungen übersehen lässt, und die Vertheilung der Fundorte scheinen darauf hinzudeuten, dass sich auf inneralpinen Inseln und vielleicht auf einem ost südöstlichen Festlande ein mehr weniger eigenartiges, aber durch einige gemeinsame Arten mit der Lettenkohlen-Flora verbundenes Florengebiet ausgebildet hatte, in welchem im Anfange der karnischen Zeit Voltzien eine hervorragende Rolle spielten.

Zur Zeit der Raibler Schichten verbreiten sich vom Nordrande der nördlichen Kalkalpen her im Gebiete der letzteren Sandsteine mit einer neuen Flora, welche aus einem guten Theil neuer, anderswoher nicht bekannter Arten und aus einem Theil von deutschen Lettenkohlenpflanzen besteht. Am Ausserande der nördlichen Alpen hatte daher, wahrscheinlich in dem von G ü m b e l ¹ angedeuteten Verlaufe, festes Land die Ufer des alpinen Triasmeeres weiter gegen Süden verschoben, und eine aus eigenartigen und aus Lettenkohlen-Elementen zusammengesetzte Flora gelangte mit dem von Festlandsströmen herbeigeführten Sand in das

¹ Baycr. Alpengebirge pag. 867.

Alpengebiet; in Niederösterreich wurde wahrscheinlich sogar ein schmaler Strich der Alpen vorübergehend dem Festlande angefügt.

Das hohe Niveau der Cardita-Schichten und das Vorkommen von Lettenkohlen-Pflanzen in einer Reihe tieferer alpiner Horizonte einerseits, der innige Anschluss der Lettenkohlen-Fauna an die Muschelkalk-Fauna andererseits widerstreiten, wie bereits Emmrich hervorgehoben hat, der Gleichstellung des Lunzer Sandsteines und der Lettenkohle. Die grössere Menge von deutschen Lettenkohlen-Pflanzen im Lunzer Sandstein erklärt sich durch den Eintritt einer unmittelbaren Landverbindung zwischen dem nördlichen Aussenrande der Alpen und dem Florengebiete der Lettenkohle und die dadurch ermöglichte Südwärts-Verdrängung der Lettenkohlen-Flora.

Welchem Keuperhorizonte der Lunzer Sandstein entspricht, kann daher, vorläufig wenigstens, nicht bestimmt werden. Es ist selbstverständlich durchaus nicht nothwendig, dass das Keuper-Aequivalent des Lunzer Sandsteines ebenfalls ein pflanzenführender Sandstein gewesen sein musste. Möglicherweise lagerten sich Gypsmassen oder Mergel oder Dolomite im Keupergebiete ab, während vom nördlichen Aussenrande der Alpen die Bildung des Lunzer Sandsteines ansieug.

Einer eingehenderen stratigraphischen Kritik gegenüber vermag daher keine der für die zwischen den Endgliedern Muschelkalk und rhätische Stufe gelegenen Etagen vorgeschlagenen Parallelen Stand zu halten. Und so schliessen wir diese stratigraphischen Studien mit den Worten Emmrich's: „Eine ganz vollständige, sicher festgestellte Chronologie dieser Periode wird vielleicht für immer ein frommer Wunsch bleiben.“