

7. 8. 1894, 3

1-57



18

## Alpine und ausseralpine Trias.

Von

Dr. von Wöhrmann.

Es ist ein eigenartiges Ergebniss, welches sich darbietet, wenn man die äusserst umfangreiche Literatur über die alpine Trias durchmustert. Es ist nicht zu verhehlen, dass wir heute nicht viel weiter in der Anpassung derselben an das allgemeine Schema der Trias gekommen sind, als man 1850 war, zumal wenn wir den neuesten Versuch einer Gliederung von v. MOJSISOVIC (Sitzber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1892. Bd. CI. Abth. I. p. 7) in Betracht ziehen. Alle Geologen, welche sich nicht mit der alpinen Trias beschäftigt haben, müssen nach dieser letzten Äusserung des so verdienstvollen Triasforschers der Ansicht sein, als ob die alpine Trias eine durchaus eigenartige Bildung wäre und sich keineswegs in den Rahmen der ausseralpinen einfügen liesse.

Das ist durchaus nicht der Fall, und dieser Aufsatz hat den Zweck darzulegen, dass trotz verschiedener Facies und der dadurch abweichenden Faunen der Zusammenhang ein unverkennbarer und durchaus inniger ist, wenn man die Verhältnisse objectiv betrachtet und vor allen Dingen nicht einseitig zu Werke geht. Dass man nicht objectiv vorgegangen ist, sondern im Allgemeinen das alpine Gebiet ganz unabhängig von anderen analysirt hat, ist der Grund, wesswegen man keine nennenswerthe Erfolge erzielt hat.

Es haben wohl einige versucht, das classische Schema einzuhalten, doch bewegte sich z. B. v. GÜMBEL auf falscher Basis (verlegte die Sandsteine mit Lettenkohlenflora in die

20, 71 (1894)

Partnachsichten) und blieb v. HOCHSTETTER den Beweis für seine durchaus richtige Parallele (zuletzt: Allgemeine Erdkunde 1886. p. 425) schuldig.

Erst in den letzten Jahren macht sich wieder eine Strömung geltend, die, sich auf das alte System stützend, Klarheit in die verwirrten Verhältnisse der alpinen Trias zu bringen sucht und unbedingt, wie wir sehen werden, zum Ziele gelangen wird. Ich möchte hier nicht auf die Gründe eingehen, welche die retrograde Erkenntniss der alpinen Trias bewirkt haben, da sie jeder einigermaassen Kundige sofort erkennen wird, doch ist es sachlich nothwendig zu betonen, dass die mangelhafte Kenntniss ganzer Faunen, verbunden mit Nichtbeachtung durchgehender Niveauveränderungen, welche einem fundamentalen Wechsel der Facies in verticaler Richtung zu Grunde liegen, Hypothesen gezeitigt haben, welche in keiner Weise zur Klärung oder zum wissenschaftlichen Fortschritt beigetragen haben.

Kurz gefasst ist der einseitige, in erster Linie palaeontologische Standpunkt, unterstützt durch mangelhafte Faunenkenntniss, der Grund gewesen, warum die Deutung der alpinen Trias so im Argen liegt. Es kommt noch hinzu, dass merkwürdiger Weise Orte zum Ausgangspunkt für eine Gliederung gewählt worden sind, an denen auch für das alpine Gebiet ganz abnorme Faciesverhältnisse geherrscht haben. Schliesslich hat man überhaupt die jetzt vorliegenden, äusseren geologischen Bilder zu sehr auf sich wirken lassen und sich niemals die Bodengestaltung des Meeres, wie sie zur Zeit der Ablagerung des betreffenden Sedimentes vorlag, zu gegenwärtigen gesucht; auch kannte man nicht die ungemein wichtige Rolle, welche den Kalkalgen bei der Bildung der Triassedimente zu Theil wurde.

Bevor ich auf die Besprechung der einzelnen Triasglieder eingehe, muss ich betonen, dass zwar zuweilen einzelne Thierreste für gewisse Horizonte bezeichnend sein können, soweit sie, so zu sagen, international sind, d. h. sich einer weiteren Verbreitung erfreuen, dass aber keiner Thierclassen, weder den Cephalopoden, noch anderen bei Niveaubestimmungen in der alpinen Trias der Vorzug gebührt, sondern einzig und allein ganze Faunen in Betracht kommen können, wobei nie-

mals die zum Theil durchgreifenden Unterschiede, welche durch die Facies bedingt sind, ausser Acht gelassen werden dürfen.

Ferner muss ich bemerken, dass ich hier von jeder theoretischen Stufenbezeichnung, wie norisch, karnisch, juvavisch etc. absehe. Ich habe diese Bezeichnungen nie gebraucht, weil ich ihren wissenschaftlichen Werth nie erkennen konnte und die feste Überzeugung hegte, dass wenn der Zusammenhang mit der ausseralpinen Trias erwiesen werden könnte, diese Formeln von selbst fortfallen würden. Die Localnamen sind schon an und für sich ein arger Ballast, mit dem sich die Wissenschaft zu schleppen hat, doch sind sie jedenfalls vor der Hand praktischer als jene, da jeder, der sich mit alpiner Trias beschäftigt hat, weiss, was sie bedeuten und was sie ausdrücken sollen, so lange man an ihrer ursprünglichen Fassung festhält und nicht die festgestellten Begriffe willkürlich verändert.

Ich verstehe daher unter Cassianer Schichten diejenigen, welche zwischen dem bisherigen alpinen Muschelkalk und den dazu gehörigen südalpinen Buchensteiner Schichten einerseits und dem Schlerndolomit, Marmolatakalk, Spizzekalk, Esinokalk, erzführenden Dolomit etc. andererseits liegen. Im Norden der Alpen entsprechen ihnen die Partnachschichten etc. (unter dem Wettersteinkalk etc.). Als Raibler Schichten bezeichne ich die vorwiegend littoralen Sedimente, welche zwischen dem Wettersteinkalk, Schlerndolomit, Esinokalk, erzführenden Dolomit etc. und dem Hauptdolomit, Dachsteinkalk etc. eingelagert sind.

Schliesslich muss ich noch der Bodenerhebungen Erwähnung thun, welche auf die Gestaltung des Meeresbeckens zur Triaszeit einen bedeutenden Einfluss ausgeübt haben und daher öfters genannt werden sollen.

Der erste ist der „vindelische Rücken“ v. GÜMBEL's, der sich vom böhmischen Massiv zum Schwarzwaldmassiv ungefähr in der Richtung Linz—Basel erstreckte, der zweite der „centralalpine Rücken“, welcher im Allgemeinen durch den Verlauf des jetzigen centralalpinen Urgebirgsmassivs gekennzeichnet ist.

Ich werde hier die einzelnen Formationsglieder der alpinen Trias in der Reihenfolge ihres geologischen Alters im Zu-

sammenhang mit jenen der ausseralpinen besprechen und daran anschliessend die sich ergebenden allgemeinen Gesichtspunkte erörtern.

Zur Zeit der Permablagerungen hat der centralalpine Höhenrücken eine viel bedeutendere Rolle gespielt als während der Triaszeit.

Die Geröllmassen, welche ihn umgeben, die Mengen feineren klastischen Materials, die er im Süden geliefert hat, und die wohl nicht ausschliesslich der Quarzporphyrkuppe entnommen sind (Grödner Sandstein), ferner das Vorkommen von Pflanzenresten deuten darauf hin, dass er über die Meeresoberfläche hervorragte, von der Brandung zernagt wurde und wahrscheinlich auch eine Vegetationsdecke trug.

Gegen Ende der Permzeit scheint eine Senkung eingetreten zu sein, welche eine Reihe mariner Sedimente zur Folge hatte. Dieselben sind für den oberen Horizont der Permablagerungen bezeichnend (Schwazer Dolomit, Bellerophonkalk etc.). ROTHPLETZ hat neuerdings (Alpenprofil. 1894. p. 24) diese Ablagerungen auf Grund ihres petrographischen Charakters mit dem mitteldeutschen Zechstein verglichen und die Abweichung in der Fauna durch verschiedene Facies zu erklären gesucht. Ich bin eher geneigt, den Unterschied in der geographischen Lage zu suchen, da der Charakter der Sedimente ein ziemlich gleicher ist und dieser doch wohl eine gleiche Facies andeuten dürfte, da es nicht recht anzunehmen ist, dass in verschiedenen Faciesbezirken analoge Sedimente gebildet wurden. Der Einfluss eines südlicher gelegenen tieferen Meeres mag die Fauna beeinflusst haben. Jedenfalls scheint der centralalpine Rücken zu dieser Zeit unter den Meeresspiegel gesunken zu sein.

Eine abermalige Hebung leitete die Triasperiode ein, und zwar war diese Hebung eine ebenso bedeutende wie die vorhergehende allmähliche Senkung, d. h. die Verhältnisse, wie sie zu Beginn der Permzeit geherrscht hatten, wurden fast genau ebenso wieder hergestellt, mit dem einzigen Unterschiede, dass das nördlich vom centralalpinen Höhenzuge gelegene Gebiet diesmal mehr beeinflusst wurde, so dass im Norden wie im Süden ganz ähnliche Tiefen im Meere entstanden und somit analoge Faciesbedingungen. Die Hebung zu

Beginn der Buntsandsteinformation ist sowohl im alpinen wie im nördlich gelegenen Gebiet eine einheitliche.

Für die Existenz eines vindelicischen Rückens zu dieser Zeit ist nichts anzuführen, während der centralalpine einen, wenn auch geringen, so doch erkennbaren Einfluss ausgeübt hat.

Im Norden desselben sind ganz dieselben Sedimente und in ganz analoger Reihenfolge vorhanden, wie im nördlichen ausseralpinen Gebiet.

Das böhmische Massiv hat hier in erster Linie das klastische Material geliefert, ebenso wie z. B. im germanischen Theil des Beckens, wo noch verschiedene andere Festlandsgebiete ihren Antheil lieferten. Es ist eine sonderbare Erscheinung, dass so allgemein in ein seichtes Meer gewaltige Erosionsmassen eingeschwemmt wurden. Dieselbe lässt sich nur dadurch erklären, dass andauernde und heftige Niederschläge stattfanden, denn sonst wäre eine mechanische Thätigkeit in diesem Umfange wohl nicht zu deuten. Die so weite Ausdehnung gleicher Bildungen in Mitteleuropa lässt auf eine klimatische Zone schliessen, die ungefähr bis an unsere jetzigen Alpen hineingereicht hat.

Der centralalpine Rücken kann im Verhältniss nur wenig klastisches Material geliefert haben, da im Norden desselben, d. h. in Nordtyrol, Bayern, und ebenso östlich davon in seiner Nähe die klastischen Sedimente zurücktreten und an ihrer Stelle Schiefer, Thone etc. sich einstellen. Eine Erosion mit begleitender Conglomeratbildung hat im Gebiet des Schwazer Dolomites in der Umgebung von Brixlegg stattgefunden. Dieselbe ist aber meiner Ansicht nach weniger auf eine direct mechanische Einwirkung der Küstenbrandung (die Bruchstücke des Schwazer Dolomites, welche die Conglomeratbank bilden, sind nur wenig oder gar nicht abgerollt), als auf eine tektonische Störung zurückzuführen, welche durch die plötzliche Hebung zu Beginn der Buntsandsteinperiode hervorgerufen wurde und eine locale Zertrümmerung der älteren erhärteten Sedimente zur Folge hatte. Die Bewegung des Meeres hat gewiss diese Ablagerung vermittelt, doch scheint dieselbe keine sehr heftige oder andauernde gewesen zu sein, da sonst wohl das relativ weiche Material zerrieben worden wäre.

Es macht sich zu Beginn der Buntsandsteinzeit im nörd-

lichen Gebiet eine Erscheinung geltend, die, wie wir sehen werden, viel später, zu Anfang der Raibler Zeit in gleicher Weise zum Ausdruck kommt. Es ist diejenige, dass im östlichen Theil der Nordalpen viel engere Beziehungen zum süd-alpinen Triasmeer vorhanden sind, wie im westlichen. Es kommt dies nicht allein in der petrographischen Beschaffenheit der Sedimente, also der analogen Facies, sondern naturgemäss auch in der Fauna zum Ausdruck. *Pseudomonotis Clarai* ist ausser in den Südalpen nur im östlichsten Theil der Nordalpen bekannt.

Es scheint, dass die vorspringende südlichste Zunge des böhmischen Massivs (südlich von Linz) diesen Einfluss ausgeübt hat, indem ausschliesslich westlich von ihr die Flussläufe und Strömungen, welche das Erosionsmaterial ins Meer führten, vorhanden waren.

Südlich vom centralalpinen Rücken ist das Meer wohl nicht wesentlich tiefer gewesen wie im Norden, doch fehlt das vorwiegend klastische Material und finden sich an Stelle dessen mehr kalkige Bildungen. Die Folge dieser Faciesverschiedenheit ist eine reichere Fauna in den unteren Horizonten.

Das Überwiegen der kalkigen Sedimente spricht dafür, dass der centralalpine Rücken hier ebensowenig wie im Norden im weiteren Sinne erosionsfähig war, d. h. dass er wahrscheinlich nur eine submarine Barrière bildete, denn sonst wäre wohl auch kaum das Auftreten der *Pseudomonotis Clarai* im Norden zu erklären. Das sonst sehr anschauliche Profil von ROTHPLETZ (l. c. p. 28) wäre wohl in dem Sinne zu corrigiren.

Eine periodische Senkung, ganz ähnlich jener, welche wir gegen Ende der Permablagerungen kennen gelernt haben, hat auch während der Buntsandsteinzeit stattgefunden, und zwar in der ganzen Ausdehnung des damaligen Meeres, und ist von derselben wiederum die Umgebung des centralalpinen Rückens am meisten betroffen worden, wie überhaupt dieses Gebiet am heftigsten während der ganzen Triaszeit von den periodischen Niveauveränderungen in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Die Hauptregion der tektonischen Störungen, welche diese Schwankungen begleiteten, liegt südlich vom centralalpinen

Rücken, denn dort begannen die vulcanischen Erscheinungen zur Permzeit und wiederholten sich daselbst, wie wir später sehen werden, während aller einigermassen bedeutenden Bodenschwankungen. Auffallender Weise äusserten sich die Niveauveränderungen beim Beginn der durch eine Hebung veranlassten Buntsandsteinperiode hier nicht in dieser Weise. Die erwähnte Senkung macht sich wiederum durch das Erscheinen einer marinen Facies in Begleitung einer gleichen Fauna geltend.

Die durchgehende Übereinstimmung dieser Facies (Röth) mit *Myophoria costata* und einer Reihe anderer internationaler Formen zeigt uns, dass die Tiefe des Meeres, die Lebensbedingungen etc., sowohl im ganzen nördlichen Gebiet mit Einschluss des germanischen Theiles, wie im südlich vom centralalpinen Rücken gelegenen, nicht allein ganz gleiche gewesen sind, sondern dass auch eine zusammenhängende Wassermasse hier vorhanden war.

Dies ist ungemein wichtig, weil zur Zeit des unteren Muschelkalkes (Wellenkalk) diese Senkung sich fortsetzte und noch deutlicher hervortretende gleiche Facies- und Faunenverhältnisse herbeiführte.

Die Ablagerungen erhalten einen durchgehenden und charakteristischen marinen Charakter und stimmt die Fauna in Folge der gleichen Facies mit wenig Ausnahmen, die eben in local eigenartigen Bildungen (wie im Hallstätter Gebiet etc.) beruhen, und abgesehen von den im alpinen Gebiet häufigen Cephalopoden, in der ganzen Erstreckung des alpinen und ausseralpinen Wellenkalkmeeres überein.

Diese Übereinstimmung ist schon längst erkannt worden und hat in dem Alpengebiet ihren Ausdruck darin gefunden, dass man die Sedimente dieser Zeit mit dem Namen „alpiner Muschelkalk“ belegte.

Ich will daher nicht weiter auf die Analogie der Faunen eingehen, sondern nur einige wichtige Punkte hervorheben.

Die grösste Übereinstimmung mit dem ausseralpinen Wellenkalk bieten die Ablagerungen von Nordtyrol und Bayern einerseits und jene von Recoaro im Süden andererseits.

Im Wendelsteingebiet, dem nördlichsten Punkt der westlichen bayerischen Alpen, sind auffallender Weise Cephalo-

poden sehr selten (E. FRAAS, Das Wendelsteingebiet, Geogn. Jahreshefte. München 1891, p. 24), dagegen fanden sich ausser *Lima lineata* und *Pecten discites* eine Reihe anderer Bivalven, welche aus dem ausseralpinen Muschelkalk bekannt sind, ferner zahlreiche Brachiopoden etc. Es scheint also nach dem böhmischen Massiv zu eine ganz ähnliche Facies vorzuliegen, wie sie im germanischen Gebiet entwickelt ist, wo Bivalven eine grosse Rolle spielen. Dieser isolirte Punkt ist von grosser Wichtigkeit, weil er die Fauna der tieferen Meerestheile, in welchem Cephalopoden und Brachiopoden überwiegen, mit jenen der flacheren verbindet.

Eine gleiche Erscheinung treffen wir in der Gegend von Recoaro an, mit dem Unterschiede, dass dort die ausseralpine Flachwasserfacies typisch entwickelt ist und günstige Existenzbedingungen eine ungemein reiche Fauna hervorgebracht haben. Es ist eine auffallende Thatsache, dass sowohl am nördlichsten wie am südlichsten Rande der Alpen sich ähnliche Verhältnisse zeigen, welche eine unverkennbare Übereinstimmung mit den Ablagerungen des germanischen Meerestheiles aufweisen. Andererseits deuten sowohl die Beschaffenheit der Sedimente, wie die Fauna in der nächsten Nachbarschaft des centralalpinen Rückens auf ein tieferes Meer hin.

In Südtirol stellen sich local im oberen Horizont Dolomite ein und in der Hallstätter Gegend (z. B. bei Sandling), in welcher eine tiefere Bucht nach Norden hereingreift und genau in den Winkel hineinfällt, welchen der später deutlicher hervortretende vindelicische Rücken mit dem Westrande des böhmischen Massivs bildete, finden sich kalkige Ablagerungen vor, welche eine ungemein reiche Cephalopodenfauna beherbergen und sich ebenso wie die südtiroler Dolomite (nicht Mendoladolomit, da dieser gleich Schlerndolomit ist) in ihrer Facies durchaus nicht von den späteren Bildungen, wie Wettersteinkalk, Hallstätterkalk in parte, Schlerndolomit etc. unterscheiden.

Es ist zu betonen, dass am Nord- und Südrande des centralalpinen Rückens sich bereits zur Zeit der Ablagerungen des unteren Muschelkalkes eine Facies zeigte, welche in späteren Perioden im alpinen Gebiet sich einer weiteren Verbreitung erfreute. Eine grosse Bedeutung bei diesen Bildungen

müssen wir den Kalkalgen zuschreiben, welche in diesem Horizonte schon häufig auftreten, meist aber durch die Veränderungen, welche die Gesteine erlitten haben, nicht zu erkennen sind.

Die Dolomitfacies des unteren Muschelkalkes scheint östlich von Hallstatt in der südlichen Randzone vorzuherrschen, somit eine gleiche Übereinstimmung mit dem Süden vorzuliegen, wie sie bereits im Buntsandstein erkennbar wird. Eng an diese schliessen sich die Bildungen in Kärnten und Süsteiermark an.

Auf die Ablagerungen des unteren Muschelkalkes (Wellenkalk) folgen im germanischen Theil des Triasbeckens Sedimente, welche bei vorwiegend mergeligem Charakter local Steinsalz, Anhydrit, Gyps etc. führen. Dieselben zeigen an, dass irgend welche Niveauveränderungen vor sich gegangen sind, welche die gleichmässigen Absätze des Meeres gestört haben und je nach den einzelnen Gegenden eine mehr oder weniger bedeutende Faciesveränderung hervorgerufen haben.

Es ist wichtig hervorzuheben, dass keine durchgreifende oder heftige Schwankung vorliegt, welche das ganze Gebiet beeinflusst hat, sondern dass nur die Tiefenverhältnisse des Meeres deutlicher zur Anschauung gebracht wurden, die in dem wechselnden Charakter der Sedimente ihre Erklärung finden.

Diese Erscheinung ist insofern bedeutsam, als wir sie im alpinen Gebiet in ganz derselben Form wiederfinden. Der Grund dieser Veränderung liegt zweifellos in einer Hebung. Die Lagunen- und Aestuarienbildungen, welche Steinsalz-, Gyps- und Anhydritablagerungen ermöglichten, weisen darauf hin, dass durch locale bedeutendere Hebungen erneuernde Zuflüsse im Meere abgesperrt wurden.

Es fragt sich nun, welche Gebiete von dieser örtlich schärfer hervortretenden Hebung, die sicherlich auf Faltungen zurückzuführen ist, betroffen wurden.

Vergleichen wir die Sedimente des germanischen, des nordalpinen und südalpinen Gebietes, welche auf den unteren Muschelkalk folgen, so macht sich eine Verschiedenheit in denselben geltend, die uns auf das, was wir wissen wollen, hinweist. Im germanischen Theil finden wir entweder Sedimente, welche auf Aestuarienbildung zurückzuführen sind und

keinerlei Thierreste aufweisen, oder solche, welche sich nicht wesentlich von jener der vorhergegangenen Periode unterscheiden und ungefähr dieselbe Fauna enthalten, immerhin aber einen eigenen Charakter besitzen (Dolomite, dolomitische Mergel etc.) und auf tiefere Meerestheile schliessen lassen.

Das nordalpine Gebiet hat keine Aestuarenbildungen aufzuweisen. In Graubünden und Vorarlberg sind es Schiefer, Mergel und Kalke, die auf den unteren Muschelkalk, soweit er zur Ausbildung gelangte, folgten, in Nordtyrol und Bayern, d. h. im nördlichen Theil des westlichen Gebietes entweder Schiefer, Mergel und Kalke, die an einigen Stellen sehr mächtig werden können (Partnachsichten), oder rein kalkige Bildungen, die in der südlichen Randzone vorherrschen, da dort eigentliche Partnachsichten weder petrographisch, noch faunistisch nachzuweisen waren.

Sowohl der Charakter dieser Sedimente wie ihre Fauna deuten auf Schlammablagerungen (d. h. wo Schiefer und Mergel vorhanden sind) in tieferen Gewässern hin. Die Fauna besteht vorwiegend aus Aviculiden und Brachiopoden und nur seltenen Cephalopoden, Echinodermen etc. Im östlichen Theil der bayerischen Alpen sind Partnachsichten als solche nicht bekannt.

Dagegen sind sie in einer Kalkfacies, die sich in keiner Weise vom unteren Muschelkalk unterscheidet, am Nordrande der österreichischen Alpen durch BITTNER (Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1892. p. 301) im oberen Horizont der Reiflinger Kalke faunistisch nachgewiesen worden. Die Zlambachsichten, welche im Hallstätter Gebiet und auch weiter östlich von v. Mojsisovics als gleichzeitige Bildungen angesehen wurden, sind wohl dem Charakter ihrer Fauna nach zweifellos als Kössener Schichten anzusprechen.

Kurz zusammengefasst liegen im Norden der jetzigen Alpen rein marine Bildungen vor, die sich petrographisch nur local vom unteren Muschelkalk unterscheiden lassen und nur dort, wo sie versteinungsreich sind, faunistisch von demselben getrennt werden können. Viel interessanter sind die Erscheinungen im südalpinen Gebiet.

Dort haben sich mit den die Niveauperänderungen bedingenden tektonischen Störungen vulcanische Erscheinungen

eingestellt, die an der ganzen Südseite des centralalpinen Rückens zu wiederholten Ausbrüchen von Augitporphyren etc. Anlass gegeben haben.

Wo die Eruptivmassen sich im Meere aufthürmten und Hügel bildeten, entstanden naturgemäss andere Faciesbedingungen wie dort, wo keine Ausbrüche stattgefunden hatten. Die Unebenheiten im Meere waren sehr wechselnde. Die Littoralfauna, die sich nur an diesen Kegeln oder in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft ansiedelte (St. Cassian), ist ein Beweis für die geringe Tiefe des Meeres, der noch dadurch bestätigt wird, dass kurz vorher, als die Brandung Material von ihnen herunterschwenkte (Wengener Tuffacies), die Vulkankegel über den Meeresspiegel hervorgeragt haben müssen, denn sonst wäre das zahlreiche Vorkommen von Pflanzenresten in den sedimentären sogenannten regenerirten Tuffen von Corvara, Wengen etc. nicht zu erklären.

Wo Eruptivmassen oder deren klastische Sedimente fehlen, was in geringer Entfernung von den Eruptionscentren der Fall ist und auf einen Mangel an Meeresströmungen oder überhaupt auf geringe Bewegung des Meeres schliessen lässt, setzt sich die im unteren Muschelkalk eingeleitete Facies fort, die in einer ununterbrochenen Kalk- oder Dolomitbildung zum Ausdruck kommt. 2

Ich will hier bemerken, dass die Ansicht, welche einen unmittelbaren Facieswechsel annimmt und vielfach verbreitet ist, eine durchaus irrige ist. Die Tuff- oder Littoralfacies in der Umgebung der Vulkankegel keilt sich stets je nach der Lage und Ausdehnung derselben in einem mehr oder weniger steilen Winkel in die Dolomitfacies aus, so dass eine directe zeitliche Vertretung in letzterer bisher nie nachgewiesen werden konnte. Wo eine scharfe verticale Grenze zwischen beiden angenommen wurde, liegen stets tektonische Störungen vor.

Wir haben also nach dem unteren Muschelkalk in den Südalpen ein verhältnissmässig seichtes Meer, in welchem durch vulcanische Eruptionen sich Kegel aus Eruptivmassen bildeten, welche, wahrscheinlich in Folge von einer begleitenden Hebung, über die Meeresoberfläche emporgehoben wurden (die Eruptionen selbst waren sicherlich submarin, wofür der Charakter der

Tuffe etc. spricht) und eine Vegetationsdecke trugen. An den Hängen dieser Kegelsiedelte sich stellenweise eine reiche Littoralfauna und Flora an, die mit der grösseren Tiefe allmählich verschwand. In den zwischen diesen Erhebungen befindlichen tieferen Meerestheilen wurde die Sedimentbildung, welche aller Wahrscheinlichkeit nach in erster Linie durch in tieferen Zonen lebende Kalkalgen bedingt war, während der submarinen Eruptionen unterbrochen, aber nach derselben wieder fortgesetzt. Eine scharfe Grenze zwischen der ersten und zweiten Algenfacies lässt sich nur dort feststellen, wo klastisches Material hereingeschwemmt wurde. Dort, wo dies nicht der Fall war, verbanden sich die Algenrasen mit ihren Kalkausscheidungen (die später aus unbekanntem Ursachen in Dolomit umgewandelt wurden) ohne sichtbare Grenze eng miteinander. Der Mangel einer deutlichen Trennungslinie ist in keiner Weise so aufzufassen, als ob direct gleichzeitige Bildungen vorliegen und dieselben im Kalk- oder Dolomitmassiv zu suchen wären, im Gegentheil spricht das allmähliche horizontale Auskeilen der littoralen Sedimente in den Dolomiten etc. dafür, dass effectiv keine zeitlichen Aequivalente vorhanden sind (p. 17). Wäre die Kalk- oder Dolomitbildung, auf diesen Unterschied kommt es nicht an, gleichzeitig mit den erwähnten Littoralablagerungen erfolgt, so müsste ein allmählicher Übergang zwischen beiden zu beobachten sein. Dasselbe ist aber nie der Fall, sondern letztere keilen sich, immer weniger mächtig werdend, aus. Gerade dieses Auskeilen, das man an tektonisch nicht gestörten Orten (Grödner Joch, Langkofel, Schlern etc.) beobachten kann, ist der sicherste Beweis für diese Erklärung.

Das Fehlen eines ganzen Gliedes der alpinen Trias, wie des Wettersteinkalkes im äussersten Norden, des Esinokalkes im äussersten Süden, also von Ablagerungen, welche, wie wir weiter unten sehen werden, ihre Entstehung in erster Linie kalkausscheidenden Algen verdanken, ohne jede nachweisbare Vertretung, zeigt uns deutlich genug, dass an einzelnen Orten Sedimentbildungen vor sich gingen, während an anderen durch das Fehlen einer Fauna und Flora oder klastischer Substanzen dieselben total ausgesetzt werden konnte. Vergisst man nicht, dass die Meeresablagerungen in erster Linie auf Thier- oder Pflanzenleben auf dem Meeresgrunde zurückzuführen

sind und nur in nächster Nähe der Küsten, und dort auch nicht in der Regel, durch Zufuhr von klastischem Material in allen Formen unterstützt werden, so wird man die oben erwähnten Erscheinungen nicht künstlich zu deuten suchen, wie es früher fast allgemein geschehen ist, wo man von dem Standpunkte ausging, dass überall Sedimente vorhanden gewesen sein müssten und, wenn solche sich in ihrem jeweiligen Charakter nicht nachweisen liessen, sich einfach mit einem schroffen Facieswechsel zu helfen wusste, ohne weiter auf die Erscheinung selbst einzugehen. Es wurden natürlich durch ein solches Vorgehen die heterogensten Dinge zusammengeworfen, und man kam so weit, dass ein vom unteren Muschelkalk bis zu den untersten Raibler Schichten (Lettenkohle) ununterbrochen heraufreichender Dolomitcomplex schematisch in eine Reihe von Etagen zerlegt wurde, die in der Natur in keiner Weise weder petrographisch noch faunistisch nachzuweisen waren.

Im germanischen, nordalpinen und südalpinen Meerestheil haben wir, wie auseinandergesetzt wurde, drei verschiedene Facies. Diese Unterschiede kommen auch in der Fauna deutlich zum Ausdruck.

In Deutschland ist die Fauna, wo eine solche vorhanden ist, nicht wesentlich von der des unteren Muschelkalkes verschieden, obgleich z. B. die seltene und wichtige *Spirigera trigonella* nicht mehr vertreten ist.

In dem nordalpinen Gebiet hat die Fauna einen ganz eigenartigen Charakter. Sie lehnt sich einerseits an jene des alpinen unteren Muschelkalks an, andererseits sind eine Reihe gleichalteriger südalpiner Formen vertreten, zu denen noch eine grosse Anzahl indigener Arten kommt.

Sie besteht vorwiegend aus Brachiopoden, zu denen sich einige Aviculiden, Cephalopoden, Crinoiden und Echinodermen gesellen. Wenn sich auch Beziehungen zu der Fauna des südalpinen Gebietes (St. Cassian) ergeben, so sind diese gering genug, wenn man erwägt, dass die zahlreichen Bivalven, Spongien, Korallen etc., welche jene Littoralbildungen charakterisiren, hier fast gänzlich fehlen. Im Grossen und Ganzen muss man die Fauna als eine ebenso arme wie eigenartige und der Facies angepasste betrachten.

Im Süden ist die Thierwelt ungemein reich und unterscheidet sich gänzlich von der aus dem unteren Muschelkalk bekannten älteren. Die Erklärung dafür ist in zwei Gründen zu suchen. Erstens treten hier zum erstenmal Verhältnisse auf, welche die Ansiedelung einer reichen Thier- und Pflanzenwelt ermöglichten und in der Orographie des Meeresgrundes bedingt sind, und zweitens muss angenommen werden, dass durch die tektonischen Störungen, welche die vulcanischen Erscheinungen veranlasst haben, Verbindungen mit vielleicht im Süden gelegenen Meeren eröffnet wurden, durch welche eine neue Fauna einwanderte. Dafür spricht nicht allein der alterthümliche Charakter einiger Formen, sondern auch die durchgehende Kleinheit der Individuen, die auf dem fremden Boden noch nicht zur völligen Entfaltung kommen konnten, trotzdem sie, wie es scheint, die günstigsten Lebensbedingungen vorfanden.

Man muss aber sehr vorsichtig bei der Annahme einer Einwanderung sein, da nicht mit Sicherheit festzustellen ist, ob nicht der entscheidende Einfluss in der günstigen Facies gesucht werden muss.

In dieser Beziehung will ich erwähnen, dass ich in der Umgebung von Naumburg in Thüringen in Bänken, von denen es nicht sicher ist, ob sie noch zum oberen Wellenkalk oder zum mittleren Muschelkalk zu zählen sind, zwei Cassianer Arten gefunden habe. Die eine ist *Naticella striatocostata* MÜNSTER sp., die andere *Gonodus planus* MÜNSTER sp. (= *Astarte Antoni* GIEBEL nach SALOMON, Manuscript). Beide sind so vorzüglich erhalten, dass kein Zweifel über die Bestimmung obwalten kann.

Das Vorkommen von Cassianer Arten in einem nahezu oder ganz gleichen Horizont in Deutschland, und zwar in einer so beträchtlichen Entfernung vom alpinen Gebiet, ist von der grössten Wichtigkeit, nicht allein in Bezug auf den Nachweis der Gleichalterigkeit der Schichten, sondern in erster Linie deswegen, weil aus dieser Erscheinung hervorgeht, dass bereits Formen vom Cassianer Typus im Triasmeer zu dieser Zeit vorhanden waren, sich aber vermuthlich wegen ungünstiger Lebensbedingungen weder weiter verbreiten, noch es zu einer auffallenden Individuenzahl bringen konnten.

Ich bin der festen Überzeugung, dass bei grösserer Aufmerksamkeit und bei einem genaueren Vergleich gut erhaltener Exemplare, welche allerdings im deutschen unteren und mittleren Muschelkalk verhältnissmässig selten sind, mit jenen des alpinen Gebietes eine weit grössere Anzahl übereinstimmender Arten zu Tage gefördert werden könnte und würde, als vor der Hand bekannt ist.

Bisher lag das Haupthinderniss darin, dass man mit wenigen Ausnahmen der Ansicht war, dass sich beide Bildungen durchaus fremd gegenüberständen, und sich nicht die Mühe gab zu vergleichen.

Es wäre eine ebenso dankenswerthe wie aussichtsvolle Arbeit, von diesem Gesichtspunkte aus das ganze in Deutschland vorliegende Muschelkalkmaterial einer Durchsicht zu unterziehen.

Kehren wir zu den südalpinen Ablagerungen zurück, so ist es von Wichtigkeit, festzustellen, dass nicht während der ganzen<sup>2</sup> Periode der Cassianer Sedimente gleiche Faciesverhältnisse geherrscht haben.

Der Übergang vom unteren Muschelkalk wird hier sowohl petrographisch wie faunistisch in gewisser Beziehung durch die Buchensteiner Schichten vermittelt. Für dieselben, die allerdings ebenso wenig durchgehend und gleichmässig verbreitet sind, wie die Cassianer Schichten, ist nicht allein die Pietra verde, sondern auch die Muschelkalkfauna (vergl. ROTHPLETZ, Alpenprofil 1894. p. 37), zu der noch *Spiriferina fragilis* SCHLOTH. sp. hinzuzufügen ist, welche SALOMON (Mscpt.) auf der rechten Seite des Contrinthaes an der Marmolata (Südtirol) in ihnen gefunden hat, bezeichnend. Gerade die Pietra verde der Buchensteiner Schichten ist von einer grossen Bedeutung, da sie im ganzen alpinen Gebiet sowohl im Norden wie im Süden, wenn auch nicht als durchgehender Horizont, nachgewiesen worden ist und, wo sie vorhanden ist, ein sicheres Mittel zur Altersbestimmung der begleitenden Schichten an die Hand giebt.

Im Norden müsste auf ihr Vorkommen ein grösseres Gewicht gelegt werden als bisher, da sie unzweifelhaft dort, wo Partnachsichten weder petrographisch noch palaeontologisch nachzuweisen sind, die obere Grenze des unteren

Muschelkalkes deutlich anzeigt. Ebenso wie die Buchensteiner Schichten sind neuerdings von ROTHPLETZ (Alpenprofil p. 36) die unteren Kalkbänke der Partnachschichten mit *Halobia parthanensis* SCHAFFHÜTL zum Muschelkalk gerechnet worden. Sie dürften vielleicht mit den Buchensteiner Schichten gleichalterig sein, doch ist das nicht mit Sicherheit festzustellen, da die Pietra verde dort, wo Partnachmergel entwickelt sind, zu fehlen scheint, jedenfalls nicht beobachtet ist. Es ist diese Erscheinung vielleicht dadurch zu erklären, dass dort, wo die Meeresströmungen Schlammartikel weiter hineinführten, der Kieselschlamm der Pietra verde, der wohl auf die vulcanischen Eruptionen im Süden zurückzuführen ist, sich nicht ablagern konnte.

Es ist bezeichnend, dass die Buchensteiner Schichten nur dort vorhanden sind, wo Eruptionen stattgefunden haben und in weiterer Entfernung von den vulcanischen Ausbruchcentren als solche fehlen.

Auf die Buchensteiner Schichten folgt die tuffige, d. h. Wengener Facies der Cassianer Schichten, welche durch zahlreiche Aviculiden, einige Cephalopoden und local häufige Pflanzenreste ausgezeichnet ist. Diese tuffige Facies verbindet sich mit der kalkigen der eigentlichen Cassianer in einiger Entfernung von den Tuffkegeln und dort, wo nur wenig ausgesprochen kalkige Sedimente vorliegen, wie z. B. oberhalb Bad Ratzes unter dem Schlern.

Innerhalb des Wengener-Cassianer Horizontes müssen wir zwei Phasen in den Ablagerungen annehmen, welche von Eruptionen begleitet wurden, trotzdem letztere bisher sich noch nicht nachweisen liessen, weil darauf keine Aufmerksamkeit gerichtet worden ist.

Fräulein OGILVIE (Quarterly Journ. of the Geol. Soc. 1893. p. 45) hat versucht, die Cassianer Schichten palaeontologisch zu gliedern. Ich halte diesen Versuch für wenig aussichtsvoll, da im Allgemeinen während der ganzen Zeit die Facies und somit auch die Fauna eine ziemlich gleichförmige geblieben ist und sich dort, wo sich keine anderen Einflüsse geltend machten, gleichförmige Ablagerungen ohne wesentliche Unterbrechung aneinander reihten, wie z. B. bei St. Cassian selbst.

An der Forcella di Sett Sass schiebt sich mitten in die Kalkfacies der Cassianer Schichten ein Dolomitkeil ein (in OGILVIE'S mittlere Cassianer Stufe). Diese Zweitheilung wird noch viel deutlicher am Grödner Joch. Aus der vorzüglichen Abbildung, welche von ROTHPLETZ (l. c. p. 63) gegeben ist und die vorliegenden Verhältnisse ungemein wahr und anschaulich zum Ausdruck bringt, ersieht man, dass zwei tuffig-kalkige Zungen der Cassianer Schichten sich nach Westen auskeilen. Zwischen ihnen befindet sich ein Kalkhorizont, der sich wiederum in entgegengesetzter Richtung verliert. Die ROTHPLETZ'sche Zeichnung hat nur den einen kleinen Fehler, dass auf derselben der obere Zug früher verschwindet als der untere.

Der untere Horizont, welcher am Joch selbst vorherrschend tuffig ist, wird unterhalb des „grünen Flecks“, d. h. oberhalb Plon, kalkig und fehlt am Nordrand des Langkofels ganz. Der obere Horizont ist am „grünen Fleck“ noch ganz deutlich zu erkennen und am Nordrand des Lang- und Plattkofels als eine dünne kalkige Conglomeratbank entwickelt. Diese Beobachtung zeigt, dass der obere Horizont der Wengener-Cassianer Schichten sich viel weiter fortsetzt als der untere, und dass der Neigungswinkel ein viel stumpferer war als jener des unteren, der viel früher auskeilt.

Der Schwerpunkt liegt im Ganzen darin, dass eine Facies in den Cassianer Complex hereingreift, die durchaus nicht littoral ist und eine Fortsetzung der im unteren Muschelkalk beginnenden und später fortgesetzten Kalk- oder Dolomitbildung bedeutet.

Ferner weisen die Tuffe in beiden Horizonten darauf hin, dass vulcanische Eruptionen, die in der Cassianer Gegend zu suchen sind, mit einer Unterbrechung stattgefunden haben. Die Pause, welche zwischen diesen Eruptionen und den sie begleitenden Littoralbildungen lag, benutzte die schon in älterer Zeit hier sesshafte kalkausscheidende Algenvegetation dazu, um die ersten klastischen Sedimente zu überwuchern und zu begraben. Ihr Wachsthum wurde wiederum durch erneute Einschwemmungen unterbrochen, setzte sich aber später, als vulcanische Ausbrüche aufhörten und keinerlei Störungen eintraten, durch eine gleichmässige Senkung begünstigt, in ausgedehntem Maasse fort.

Diese Erörterungen hatten den Zweck zu zeigen, dass

im Cassianer Gebiet, und zwar dort, wo aus dem Meeresgrund hervorragende Vulkankegel vorhanden waren, in Folge der geringeren Tiefe des Meeres die Schwankungen des Bodens in weit höherem Maasse kenntlich wurden, als dort, wo grössere Tiefen sich befanden und die Niveauveränderungen keinen wesentlichen Unterschied weder in der Facies, noch in der Fauna hervorbringen konnten.

Ebenso wie der Beginn der allgemeinen Hebung von Eruptionen im südalpinen Gebiet begleitet wurde, leiteten solche die diese Bildungen abschliessende Senkung gleichfalls ein.

Wir haben gesehen, dass nach dem unteren Muschelkalk in der ganzen Ausdehnung des damaligen Triasmeeres ganz ähnliche Verhältnisse geherrscht haben, die gleichzeitig durch eine Hebung, welche je nach den Tiefenverhältnissen mehr oder weniger deutlich zum Ausdruck kam, veranlasst wurden.

Im germanischen Theil waren es vorwiegend Aestuarienbildungen, welche daraus hervorgingen, im nordalpinen Bezirk Ablagerungen eines tiefen Meeres und im Süden, sowohl letztere wie ausgesprochene Littoral-Bildungen, welche durch Vulkankegel bedingt waren. Die Faunen sind durchaus der Facies angepasst, aber in den drei Bezirken mehr oder weniger verschieden.

Es fragt sich nun, haben die beiden früher erwähnten submarinen Höhenrücken, der vindelicische und der centralalpine, einen Einfluss auf die Entstehung der verschiedenen Facies der drei, sagen wir Provinzen, gehabt und in welchem Grade wurden sie von der Hebung, welche dieses Formationsglied bedingte, berührt?

Da fast im ganzen germanischen Meerestheil Aestuarienbildungen vorwiegen, so ist anzunehmen, dass derselbe gegen eindringende, die Circulation des Wassers erneuernde, bedeutendere Strömungen aus tieferen Meeren abgesperrt wurde. Eine solche Absperrung kann nur eine submarine Barrière hervorgerufen haben, welche sich zwischen den verschiedenen Facies des germanischen und nordalpinen Beckens befunden haben muss. Die theoretische Grenze fällt genau mit dem Verlauf des zur Lettenkohlenzeit erst sicher nachzuweisenden vindelicischen Höhenrückens zusammen, welcher das böhmische Massiv mit dem Süden des Schwarzwaldmassives verband.

Durch die nach der Zeit des unteren Muschelkalkes erfolgte Hebung muss der vindelicische Rücken in Folge einer Faltung erst gebildet worden sein.

Während nördlich von demselben das Meer ein sehr flaches war, hatte es südlich grössere Tiefen aufzuweisen, und merkwürdiger Weise nehmen letztere zum centralalpinen Rücken zu und sind in nächster Nähe desselben am bedeutendsten.

Es ist eine auffallende und in späteren Perioden noch stärker hervortretende Thatsache, dass im Norden mehr wie im Süden in unmittelbarer Nähe des Höhenrückens, dessen Existenz durch das Fehlen von Sedimenten in den jetzigen Centralalpen angenommen werden muss, das Triasmeer seit Beginn der Muschelkalkzeit die grössten Tiefen aufzuweisen hat. Es lässt sich aus dieser Erscheinung schliessen, dass der centralalpine Rücken von einem Sattel gebildet wurde, zu dessen beiden Seiten Bruchlinien eine Absenkung der benachbarten Gebiete veranlassten.

Ich habe schon bei Besprechung der Buntsandsteinperiode auf die locale Zertrümmerung des Schwazer Dolomits in seiner nächsten Nachbarschaft zu Beginn derselben hingedeutet und führe jetzt wieder die den Rücken im Süden begleitenden vulcanischen Eruptionen als Beweis an, welche unzweifelhaft eine Folge des südlichen Bruches waren, und deren Centren aller Wahrscheinlichkeit nach die Bruchlinien bezeichnen.

Der Bruch selbst ist schwer nachzuweisen, doch ist nach Analogie mit den recenten Vulcanen anzunehmen, dass die vulcanischen Erscheinungen während der Triaszeit auf tektonische Störungen und die aus ihnen hervorgegangenen Spaltenbildungen zurückzuführen sind. Beweisend für diese Annahme ist, dass sich diese Eruptionen in Zusammenhang mit durchgehenden Niveauveränderungen eingestellt haben, wie es z. B., wie wir jetzt gesehen haben, nach der Ablagerung des unteren Muschelkalkes (Wellenkalk) der Fall war.

Ich muss nur betonen, dass diese Bruchlinien seit dem Perm oder vielleicht in noch früheren Perioden, jedenfalls bei der Bildung des centralalpinen Rückens, vorhanden waren, dass aber durch wiederholte Schwankungen die Differenzen noch erhöht und die einmal vorhandenen und zeitweise schlummernden vulcanischen Kräfte wieder geweckt wurden.

Aus den zunehmenden Tiefenverhältnissen unmittelbar an beiden Seiten des centralalpinen Rückens, welche im Perm beginnen und bis zum Rhät fort dauern, ist anzunehmen, dass sich die Seiten desselben gleichzeitig senkten mit der im Norden erfolgten Hebung des vindelicischen Rückens, die wir, wie wir eben gesehen haben, annehmen müssen.

Auch zur Zeit des mittleren Muschelkalkes scheint der centralalpine Rücken submarin gewesen zu sein, da weder Küstenbildungen sich in seiner Nähe befinden, noch von ihm stammende Landpflanzenreste gefunden worden sind, während beides in der Umgebung der Vulkankegel angetroffen wird.

Der Beginn des oberen Muschelkalkes wird im germanischen Becken durch die Wiederkehr rein mariner Sedimente bezeichnet. Dasselbe ist auch im alpinen Gebiet der Fall.

Die Wiederkehr der Verhältnisse, wie sie in ungefähr gleicher Weise im unteren Muschelkalk vorlagen, deutet darauf hin, dass eine allgemeine Senkung vor sich gegangen ist, welche die früheren Niveaueverhältnisse annähernd wieder herstellte.

Diese durchgehende Senkung, welche mit wenigen Ausnahmen einen meist plötzlichen Facieswechsel in der ganzen Ausdehnung des Triasmeeres zur Folge hatte, beweist, dass die Bildungen des mittleren Muschelkalkes sowohl im germanischen wie im alpinen Gebiet zu gleicher Zeit beendet wurden, ebenso wie sie durch eine durchgehende Hebung begannen.

Es zeigt sich daraus, dass v. HOCHSTETTER vollständig Recht hatte, wenn er die Wengener-Cassianer Schichten einerseits und die Partnachsichten etc. andererseits mit dem mittleren Muschelkalk Deutschlands (l. c. Geologie p. 425) in Parallele stellte.

In Deutschland folgen auf den mittleren Muschelkalk Ablagerungen, welche sich in ihrem petrographischen Charakter unwesentlich von jenen des unteren unterscheiden. Ganz das Gleiche ist im östlichen Theil des nordalpinen Gebietes der Fall, allerdings nur in deren südlicher Region von der Hallstätter Gegend an gerechnet. Im westlichen ist der petrographische Charakter ein abweichender.

In den Südalpen findet eine Fortsetzung der in den oberen

Horizonten des unteren Muschelkalkes begonnenen und während des mittleren (Cassianer Schichten) fortdauernden kalkigen und dolomitischen Ablagerungen statt.

Es ist eine wichtige Erscheinung, dass sowohl in den Nord- wie in den Südalpen (abgesehen vom Vorarlberg, Graubünden etc., wo Sedimente dieser Zeit mit Sicherheit nicht nachgewiesen sind) die Mächtigkeit dieser zusammenhängenden Kalk- und Dolomitmassen nach den Centralalpen hin eine immer bedeutendere wird, sich aber nach der Peripherie zu immer mehr verliert, bis keine Spuren von ihrem Vorhandensein z. B. in der nördlichen Randzone Niederösterreichs und in der südlichen der Lombardei etc. zu bemerken sind.

Die aussergewöhnliche Mächtigkeit sowohl der Kalke wie Dolomite, die im Süden ganz besonders auffällig ist, weil dort durch die Vulkankegel aus der Zeit des mittleren Muschelkalkes (Cassianer Schichten) der Meeresboden grössere Unebenheiten aufwies, die in der zum Theil sehr schnell wechselnden Höhe der Massen zum Ausdruck kommt, hat v. RICHTHOFEN und v. MOJSISOVICS Anlass zu der Korallenrifftheorie gegeben, welche wohl jetzt nach der musterhaften Auseinandersetzung von ROTHPLETZ (Alpenprofil p. 52—68) nicht mehr aufrecht zu erhalten ist.

Der Wettersteinkalk und Dolomit, (Hallstätter Kalk in parte im Norden) Schlerndolomit (= Mendoladolomit RICHTHOFEN's), erzführender Dolomit, Esinokalk, Marmolatakalk, Spizekalk etc. im Süden sind, soweit ihre Lage sich durch den mittleren Muschelkalk (Cassianer-, Partnach-Schichten) und die Lettenkohlungruppe (untere Raibler Schichten) feststellen lässt, gleichzeitige Bildungen, deren weite Verbreitung in Verbindung mit der nachgewiesenen concordanten Überlagerung durch die Raibler Schichten schon an und für sich ein schwerwiegendes Argument gegen die Korallenrifftheorie gewesen wäre. ROTHPLETZ hat nachgewiesen, dass die Entstehung dieser Kalk- oder Dolomitmassen in erster Linie auf Kalkalgen zurückzuführen ist und in der That finden wir, dass das Gestein dort, wo es nicht nachträglichen Veränderungen, welche wohl in erster Linie die Dolomitisation hervorgerufen haben, unterlegen ist, abgesehen von den Kalkschalen der verschiedenen Thiere, ausschliesslich aus kleineren und grös-

seren Knollen oder Röhren zusammengesetzt ist, deren pflanzliche Entstehung keinem Zweifel unterliegt.

Gerade diese Funde der in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung erhaltenen Gesteine liefern uns eine Erklärung für die Entstehung der gleichaltrigen Massen, in denen sowohl durch chemische wie tektonische Veränderungen die Erkennung der organischen Bildungselemente unmöglich geworden ist. Ich kann nicht genug betonen, dass auf diese Erscheinungen ein grosses Gewicht zu legen ist. Die Erhaltung wohlkennlicher organischer Reste liegt einzig und allein in den Conservirungsbedingungen, und man muss sich sehr hüten, nur dort Thier- und Pflanzencolonieen anzunehmen, wo sie nur gerade zufällig erhalten wurden. Ein günstiger Fundplatz erklärt uns die Entstehung weit ausgedehnter Sedimente, ohne dass wir zu Hypothesen greifen müssen. Letztere führen uns nicht allein die verwickeltsten, sondern auch die falschesten Wege. Desshalb soll sich der Geologe nur auf das verlassen, was er sieht, und die Deutung zeitweise unverständlicher Bildungen wird ihm sicherlich schliesslich gelingen. Sobald uns mächtige einheitliche Dolomit- oder Kalkklötze vorliegen, ist anzunehmen, dass das organische Leben ein sehr reiches war, trotzdem augenscheinlich die Spuren eines solchen fehlen. Wir kennen nur allein Korallen und kalkausscheidende Algen, die im Stande sind, dem Meereswasser so viel kohlensauren Kalk zu entziehen, um mächtige Sedimentbildungen zu veranlassen.

Der Unterschied im Charakter der hervorgerufenen Sedimente ist zwischen den animalischen und pflanzlichen Bildungen ein grosser.

Korallen sind an ganz bestimmte, eng begrenzte Tiefen des Meeres und an eine lebhafte Bewegung desselben gebunden, falls sie wirklich gedeihen und Riffe bilden sollen.

Gerade der Ausdruck „Riff“ kennzeichnet ihre Producte in geologischer Beziehung.

Ihre Bildungen streben in die Höhe und sind an gewisse Orte gebunden. Man darf das nie vergessen.

Den Ausdruck „Riff“ kann man in keiner Weise auf die Kalk- und Dolomitbildungen des alpinen oberen Muschelkalkes anwenden, einfach desswegen nicht, weil die Oberfläche dieser

so ausgedehnten Massen eine nahezu horizontale war, was, wie schon erwähnt, aus der concordanten Überlagerung durch die littoralen Sedimente der Raibler Ablagerungen hervorgeht.

Wenn die Schwankungen in der Mächtigkeit dieses Complexes nicht durch eine Anschwellung in die Höhe erklärt werden können, so müssen wir die Ursachen unbedingt in den Verhältnissen des damaligen Meeresbodens suchen. Der Meeresboden war im südalpinen Gebiet, wie schon angeführt, zur Zeit der Cassianer Ablagerungen durch die vielfachen vulcanischen Ausbrüche mit einer ganzen Reihe mehr oder weniger bedeutender aus eruptivem Gestein gebildeter Kegeln bedeckt. Die Tiefendifferenzen waren in diesem Meerestheile auf ganz geringe Entfernungen verhältnissmässig bedeutende.

Es ist ganz natürlich, dass die Algenvegetation, welche im unteren Muschelkalk hier in ziemlich ausgedehntem Maasse prosperirte, und während des mittleren Muschelkalkes die Pausen zwischen den Eruptionen zu weiterer Ausdehnung benutzte, nach Erlöschen derselben durch eine fortgesetzt gleichmässige Senkung begünstigt, die tieferen Theile des trotzdem noch verhältnissmässig nicht sehr tiefen Meeres bedeckte und durch ihre Kalkausscheidungen allmählich ausfüllte. Die nothwendig anzunehmende Senkung, welche schon ROTHPLETZ (l. c. p. 67) erkannte, bedingte ein gleichmässiges Fortwuchern der Algen, bis schliesslich die Vulkankegel zum grössten Theil mit Kalksedimenten umkleidet und die vorher bestehenden Unebenheiten des Meeresbodens ausgeglichen wurden, so dass bei der später erfolgenden Hebung der Untergrund des Meeres ziemlich nivellirt war.

Natürlich waren es nicht diese Algen aus der Gruppe der Siphoneen und Codiaceen allein, welche zu der Sedimentbildung beitrugen, sondern ihre Rasen lockten eine Anzahl Thiere an, die in ihnen in ausgiebigem Maasse ihre Nahrung fanden und sich daher in unglaublicher Individuenzahl einfanden.

Es sind dies in erster Linie pflanzenfressende Gastropoden, welche an Individuen- und Artenreichtum alle anderen Classen überwiegen. Zugleich gesellten sich zu ihnen zahlreiche Cephalopoden, die gleichfalls ihre Nahrung in den Algenwäldern suchten, ferner Brachiopoden, aber nur wenige Bivalven.

Korallen gehören zu den grössten Seltenheiten, wenigstens in der Kalkfacies der Marmolata etc.

Die Fauna des Esinokalkes ist schon vor vielen Jahren, aber in höchst ungenügender Weise, von STOPPANI untersucht und bearbeitet worden.

Einzelne Cephalopoden und Brachiopoden sind aus diesem Horizont von v. MOJSISOVIC und BITTNER beschrieben worden, doch ist die Gesammtfauna der Marmolata, die meist vortrefflich erhalten ist, erst neuerdings durch Dr. SALOMON und Dr. J. BÖHM einer genaueren Untersuchung unterzogen worden. Da die Ergebnisse dieser Arbeiten noch nicht publicirt worden sind, beziehe ich mich hier sowohl auf das Manuscript, das mir gütigst zur Verfügung gestellt wurde, wie auf die mündlichen Angaben der genannten Herren.

Von gegen 123 Arten der Marmolata, ausgenommen die Gastropoden, sind circa 17 aus dem alpinen unteren Muschelkalk, 9 aus den ausseralpinen, 5 aus den Partnach-Schichten, 16 aus den Cassianer Schichten, 8 vom Esino-, 6 aus dem Wettersteinkalk bekannt, während 5 bis in die Raibler Schichten durchgehen. Beachtenswerth ist die verhältnissmässig grosse Anzahl von Formen aus dem alpinen unteren und mittleren Muschelkalk, welche hier wieder erscheinen.

Am wichtigsten ist aber das Vorkommen einer ganzen Reihe Arten, welche sich auch im deutschen Muschelkalk wiederfinden. Von denselben sind hervorzuheben: *Spiriferina fragilis*, *Terebratula* cfr. *vulgaris*, *Waldheimia angusta* (100 Ex.), *Myophoria laevigata*, *Pecten discites*, *Pecten Albertii* etc.

Dadurch wird die Vermuthung, welche ich nach Besichtigung der STOPPANI'schen Originale von Esino in Mailand hegte, unter denen ich *Myophoria laevigata*, *Lima striata*, *Pecten discites* und *P. Albertii* zu erkennen glaubte, dass der Esinokalk etc. zum Muschelkalk gehöre, vollauf bestätigt.

Die Gastropodenfauna besteht aus gegen 130 Arten, von denen sich 7 mit Cassianer Arten identificiren liessen. Alle übrigen sind theils neue Formen, theils solche, welche bereits aus dem Esinokalk etc. bekannt waren. Ausseralpine Muschelkalkarten liessen sich wohl aus dem Grunde, weil sie ausschliesslich als Steinkerne erhalten worden sind, nicht finden.

Aus der durch SALOMON nachgewiesenen Unterlagerung des Marmolatakalkes durch die Buchensteiner und Wengener-Cassianer Schichten ist die Gleichalterigkeit desselben mit dem Schlerndolomit etc. erwiesen.

Bemerkenswerth sind die engen Beziehungen der Cephalopoden- und Brachiopoden-Fauna zu der älteren von Han Bulog etc. in Bosnien und von der Schreyeralp bei Hallstatt.

Es ist dies ein weiterer Beweis, dass mit einer gleichen Facies auch gleiche oder ähnliche Typen sich wieder einfinden und darin Cephalopoden ebensowenig eine Ausnahme machen, wie die anderen Tierclassen.

Nach den Ergebnissen der Untersuchung der Marmolatafauna (die Fauna des Esinokalkes bedarf noch einer genaueren Überarbeitung), dürfte es jetzt wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der Marmolatakalk mit den gleichzeitigen Bildungen in den Süd- und Nordalpen zum Muschelkalk und zwar zum oberen zu rechnen ist.

Für diese Annahme spricht ausser später zu erörternden Gründen noch die Lage über den mittleren Muschelkalk, d. h. hier im Süden über den Cassianer Schichten.

Wie schon angedeutet wurde, liegt die grösste Mächtigkeit dieses Schichtencomplexes am Rande des Centralmassives, an welchem derselbe plötzlich abstösst; andererseits wird dieser Horizont nach Süden immer weniger mächtig und scheint sich schliesslich ganz auszukeilen. Es deutet dies darauf hin, dass das Meer sich nach Süden verflachte und somit keinen günstigen Boden für die Algenvegetation abgab, welche jedenfalls ein tieferes Meer verlangte. Zugleich scheint hier die fortdauernde Senkung, welche am Rande des centralalpinen Rückens das ungemein rasche Höhenwachsthum der Algenrasen begünstigte, welches die jetzt vorliegenden kolossalen Dolomit- und Kalkmassen erzeugte, entweder nicht vorhanden gewesen oder nicht in dieser Weise zum Ausdruck gekommen zu sein.

Übereinstimmend damit ist das gleiche Fehlen dieses Horizontes im Norden gegen das böhmische Massiv zu. Es liegen hier genau dieselben Erscheinungen, grösste Mächtigkeit in der Nähe des centralalpinen Rückens und allmähliches Auskeilen nach Norden, vor. Es kommt hier noch hinzu.

dass der Wettersteinkalk, der westliche Repräsentant dieses Horizontes, nach Vorarlberg hin ebenfalls auskeilt.

Im Norden ist der Horizont vorwiegend kalkig ausgebildet. Die Fauna des Wettersteinkalkes ist so gut wie unbekannt. Die wenigen bekannten Arten sind meist auch an der Marmolata vertreten und tragen den Charakter des mittleren und oberen Muschelkalkes der Alpen. Inwieweit die Fauna des Hallstätter Kalkes hierher gehört, lässt sich jetzt gar nicht entscheiden, da nach der neuesten Ansicht von v. MOJSISOVICS auch der Dachsteinkalk mit eingeschlossen sein soll. Es ist in der Hinsicht erst die Monographie des Salzkammergutes von v. MOJSISOVICS, die demnächst erscheinen soll, abzuwarten.

Im ganzen südlichen Theil des östlichen Gebietes der Nordalpen sind in Folge dessen die Verhältnisse in Hinsicht auf unseren Horizont recht unklare. Im nördlichen Theil ist nach BITTNER und GEYER entweder typischer Wettersteinkalk mit Diploporen vorhanden, oder er fehlt, wie gesagt, am Nordrande ganz und hat hier auch keine Vertretung.

Die Fauna des germanischen oberen Muschelkalkes lehnt sich gemäss der analogen Facies, ebenso wie es im alpinen Gebiet nachzuweisen war, eng an jene des dortigen unteren Muschelkalkes an, nur gewinnt hier *Ceratites nodosus*, der bereits im fränkischen mittleren Muschelkalk erschienen ist (v. SANDBERGER, Verh. d. phys.-med. Gesellsch. Würzburg 1890. p. 224), eine allgemeinere Verbreitung und wird mit *Ceratites semipartitus* als typisches Leitfossil für den deutschen oberen Muschelkalk angesehen.

Das Fehlen des *Ceratites nodosus* in dem alpinen Gebiet war der Hauptgrund, wesswegen man bisher den oberen Muschelkalk in den Alpen nicht gefunden hat. Alle diejenigen, welche die alpine Trias als etwas ganz Besonderes ansehen und ihre Ausbildung als allein maassgebend für eine allgemeine Gliederung betrachtet haben wollen, gehen von dem Standpunkte aus, so lange *Ceratites nodosus* in den Alpen nicht zu finden ist, so lange giebt es keine Parallele zwischen der alpinen und ausseralpinen Trias (d. h. vom unteren Muschelkalk an gerechnet). Es ist dies ein Standpunkt, der ebenso einseitig wie unlogisch ist! Wenn man hier in dieser Frage auf das Vorkommen oder Fehlen einer einzigen Cephalopodenart ein so

grosses Gewicht legt, so müsste man den gleichen Weg auch bei den älteren Triashorizonten einschlagen. Das Fehlen des *Tirolites cassianus* z. B. im deutschen Röth, ebenso wie des *Ptychites flexuosus* im deutschen unteren Muschelkalk könnte genau mit demselben Recht dafür ins Feld geführt werden, um die Gleichalterigkeit der entsprechenden Horizonte zu verneinen, wie es in Bezug auf den oberen Muschelkalk, dessen Fauna man in den Alpen bis vor Kurzem so gut wie gar nicht kannte, geschehen ist. Man hat das aber einfach aus dem Grunde nicht gethan, weil die übrige Fauna den Fehler einer solchen Behauptung sofort klargelegt hätte.

Die einseitige palaeontologische Auffassung erklärt sich einfach aus der einseitig palaeontologischen Richtung, welche noch immer in der alpinen Triasgeologie herrscht. Ebenso wie einst den Halobien eine wichtige Rolle in der Bestimmung der alpinen Triashorizonte zugedacht wurde, geschieht es heute, nur in erhöhtem Maasse mit den Cephalopoden, und zwar nur, weil man sich jetzt fast ausschliesslich mit diesen beschäftigt hat.

Dass gleiche Halobienarten (z. B. *Hal. Lommeli*) von den Cassianer Schichten durch alle Facies bis in die unteren Raibler Schichten heraufgehen, wurde sehr bald erkannt und zugegeben, der stratigraphische Werth der Arten daher auch fallen gelassen. Bei den Cephalopoden liegt eine ganz gleiche Erscheinung vor, nur suchte man sich dadurch zu helfen, dass man die Artenbegriffe sehr eng fasste.

Thatsache ist, dass mehrere Arcesten und Trachyceraten, darunter sehr verbreitete Arten, wie z. B. *Joannites cymbiformis* und *Trachyceras Aon* sowohl in den Cassianer wie in den Raibler Schichten vorkommen, also in Horizonten, welche im Alter weit auseinander liegen (mittlerer Muschelkalk und Lettenkohle).

Man glaubte dies dadurch begründen zu können, dass man die unteren Raibler Schichten einfach für Cassianer erklärte (also Lettenkohle = mittlerer Muschelkalk).

Man sieht demnach aus diesen wenigen Beispielen, dass einigen Cephalopodenarten zu Liebe die ganze stratigraphische Reihenfolge der Trias über den Haufen geworfen wurde.

Es kann uns durchaus nicht Wunder nehmen, wenn bei

gleicher, wenn auch verschiedenalteriger Facies, zugleich mit einer ganz gleichen Gesamtfauna (Cassianer und Raibler Littoralfauna) auch gleiche Cephalopodenarten erscheinen.

Wir finden diese Begebenheit auf Schritt und Tritt in der alpinen Trias und wundern uns über diese Thatsache, obgleich wir sie doch schon längst aus der deutschen Trias hätten lernen können, wenn auch allerdings dort so schroffe Facieswechsel nicht vorliegen.

Die Ansicht, dass Cephalopoden als solche sich eher zu Leitfossilien eignen als andere Thierclassen, kann ich daher in dem Umfange, wie sie heute aufgefasst wird, nicht theilen.

Meiner Ansicht nach sind sie ebenso an Facies und bestimmte Orte gebunden, wie alle anderen Meeresthiere.

Der recente *Nautilus pompilius* lebt auf ganz eng begrenzten Gebieten und seine Schalen sind nur in grosser Anzahl in der Nähe seines Aufenthaltsortes oder dort, wo die Meeresströmungen sie hingeführt haben, gefunden worden. Sie sind stets an Küsten gesammelt worden. Kein einziges Gehäuse wurde meines Wissens ausserhalb ihres Verbreitungsrayons am Meeresboden gedreht. Wie wenig an Küsten angespülte Thierreste erhaltungsfähig sind, geht daraus hervor, dass wir in nachweislich directen Küstenablagerungen, wo eine Brandung vorlag, nur selten erhaltene Thierreste vorfinden. Cephalopodenschalen sind mir von unmittelbaren Küstenbildungen aus keinen Formationen bekannt. Wo wir grossen Anhäufungen von Cephalopodenschalen begegnen, wie im ~~unteren~~ Muschelkalk von der Schreyeralp bei Hallstatt, Han Bulog etc. in Bosnien, ferner in Linsen des Hallstätterkalkes bei Hallstatt und im oberen Muschelkalk der Marmolata, kann aus der petrographischen Beschaffenheit der Sedimente der sichere Schluss gezogen werden, dass wir es mit Bildungen eines tieferen Meeres zu thun haben. Es wäre eine Möglichkeit zur Erklärung dieser Anhäufungen gegeben und die wäre jene, dass die Schalen von Meeresströmungen zusammengetragen worden sind, die Schalen also nicht im Verbreitungsbezirk der Thiere selbst zur Ablagerung gekommen wären.

Erstens liegen für eine solche Annahme keinerlei Beobachtungen in den heutigen Meeren vor. Es sind am Meeres-

grunde nie solche Schalenanhäufungen gefunden worden, und die Anspülung zahlreicher *Nautilus*-Schalen an den Küsten ist kein Beweis für die Hypothese der Zoologen, dass Meeresströmungen diese leeren Schalen zusammentreiben und an einem bestimmten Ort in grosser Anzahl versenken könnten. Wenn das anzunehmen wäre, so würden die leeren Schalen doch wohl vermuthlich nicht in so grossen Mengen an die Küste getrieben, sondern vorher abgelagert werden. Zweitens sprechen sowohl die Lebensart der Thiere wie der fossile Zustand der Schalen für eine Ablagerung an Ort und Stelle.

Wie erwähnt, lebt *Nautilus pompilius* nachweislich in eng begrenzten Bezirken und anscheinend in bedeutender Anzahl, denn sonst wäre die Masse der angeschwemmten Schalen nicht zu erklären. Nun ist anzunehmen, dass, wenn das Individuum eines natürlichen Todes stirbt, das Gewicht des ganz in das Gehäuse zurückgezogenen Thieres die Schale so lange am Boden des Meeres fesselt, bis zugleich mit dem allmählichen Verlauf der Verwesung der Schlamm eindrang und im Stande war, das leichte Gehäuse am Auftauchen zu verhindern. Dass dieser Vorgang kein hypothetisch angenommener sein kann, beweist die Lage fast aller Schalen in den erwähnten, sagen wir Cephalopodenbänken. Alle Schalen, fast ohne Ausnahme, liegen auf der Seite übereinander, sind fast ganz mit Gesteinsmasse erfüllt und haben sich theilweise gegenseitig in den aufeinander liegenden Theilen zerdrückt. Nur ein Theil der Kammerung ist mit Gesteinsmaterial angefüllt, dagegen, wenn keine ursprüngliche Verletzung der Schale vorliegt, oft ausschliesslich die Wohnkammer.

Wären die leeren Gehäuse wirklich von den Strömungen zusammengetrieben, so hätte das Wasser wohl kaum den ganzen Hohlraum der Schale erfüllt (nach ganz einfachen physikalischen Gesetzen), sondern es wäre im gekammerten Theil immer eine gewisse Menge Luft geblieben, welche bei einer Senkung letzteren in die Höhe gehalten hätte. Die so abgelagerten Schalen hätten sich, auch wenn die Wohnkammer mit Schlamm angefüllt worden wäre, einfach deswegen, weil neben ihnen in demselben Maasse Schlamm aufgeschichtet wurde, nur ausnahmsweise auf die Seite legen können. In solchen Ablagerungen dürften wir daher eigentlich nur senkrecht stehende

Schalen erwarten. Das ist aber, wie wir gesehen haben, keineswegs der Fall, sondern das Gegentheil. Wir können also aus den angeführten Gründen nur annehmen, dass die Cephalopodenschalen dort, wo ihre Thiere sich aufhielten, abgelagert worden seien. Dies ist aber eine Bestätigung dessen, was ich angenommen hatte, nämlich, dass die Cephalopoden in Folge ihrer an bestimmte Bedingungen geknüpften Existenz ihre Reste auch dort in grösserer Anzahl zurückgelassen haben, wo die Verhältnisse für ihr Fortkommen am günstigsten waren, und dass ihr Erscheinen ebenso an dieselben gebunden war, wie das anderer Classen des Thierreichs.

Dadurch erklärt sich von selbst das Wiedererscheinen derselben Typen in gleicher Facies.

Da solche Erscheinungen in der Trias mehr als in einer anderen Formation wiederkehren, so geht der Werth der Cephalopoden für engere Horizontbestimmungen von selbst verloren.

Die Folge dieser Erörterungen ist diejenige, dass *Ceratites nodosus* wohl für die Facies und das geographische Gebiet der germanischen Ablagerungen des oberen Muschelkalkes bezeichnend sein kann (obgleich das nicht durchgehend der Fall ist, da er im mittleren Muschelkalk Frankens schon erscheint), aber für die abweichende Facies der alpinen nicht zu sein braucht und sein Fehlen in diesem Horizonte ebenso wenig Bedeutung hat, wie das Fehlen einer ganzen Reihe im alpinen Gebiet verbreiteter Arten im Norden.

Der alpine Theil des Triasmeeres bot durch seine reiche Algenvegetation und durch seine vermuthlich grössere Tiefe der Ansiedelung von zahlreichen Cephalopoden einen besonders günstigen Boden, ebenso wie der germanische den Bivalven.

Wir haben gesehen, dass zum Beispiel der Wettersteinkalk gegen Norden sowohl nach dem böhmischen Massiv wie nach dem muthmasslichen vindelicischen Höhenrücken zu entweder weniger mächtig wird, oder ganz auskeilt. Eine gleiche Erscheinung finden wir beim Hauptmuschelkalk, der nach Süden zu zusammenschrumpft.

Wir können nicht anders, als diese Erscheinung auf die Existenz einer geringen Bodenerhebung in der Richtung des vindelicischen Höhenrückens zurückführen, da wir das Fehlen

dieses Horizontes in der Nähe des böhmischen Festlandes, also in der Nachbarschaft einer bedeutenden Erhöhung kennen gelernt haben.

Das jähe Abstossen der so ungemein angeschwollenen Ablagerungen an beiden Seiten des Centralmassivs, das Fehlen gleichalteriger Ablagerungen auf demselben (sowohl Kalke wie Dolomite, welche als Schollen auf demselben vorkommen, sind nach den neuesten Forschungen, soweit sie der Trias zugezählt werden können, jüngeren Alters) spricht dafür, dass der centralalpine Höhenrücken eine submarine Barriere mit steil abfallenden Rändern und Senkungsgebieten neben den an beiden Seiten parallel laufenden Bruchlinien war.

Eine Grenzscheide in palaeontologischer Hinsicht war er jedenfalls nicht, denn wir finden eine nahezu gleiche Fauna an seinen beiden Seiten. Er muss sogar weniger bedeutend gewesen sein, wie zur Zeit des mittleren Muschelkalkes, denn auch die Übereinstimmung der Facies im Norden und Süden ist eine auffällige.

Die Ablagerungen des oberen Muschelkalkes werden durch eine durchgehende bedeutende Hebung abgeschlossen, welche im ganzen Gebiet, sowohl im germanischen wie im alpinen tief hineingreifende Littoralbildungen, eine mit dem Vorrücken der Contingente verbundene umfangreiche Einschwemmung von klastischem Material und eine ungemein üppige Landpflanzenvegetation zur Folge hatte.

Im alpinen Gebiet sind diese littoralen Sedimente als Raibler Schichten bekannt, und ich habe in einer augenblicklich im Druck befindlichen Arbeit, welche im dritten Heft des Jahrbuches der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien für das Jahr 1893 erscheinen wird, die Gründe auseinander gesetzt, welche mich veranlassten, in dem unteren Theil derselben, d. h. in dem Complex unter den Torer Schichten, die Vertretung der ausseralpinen Lettenkohle zu erblicken.

Ich werde also zuerst die Lettenkohlengruppe als solche besprechen.

Im germanischen Theil des Meeres wurden zu Beginn der Lettenkohlenperiode fast nur schlammige Bestandtheile eingeschwemmt. Klastisches Material, welches die Sandsteine bildete, wurde erst gegen Mitte derselben eingeführt und erscheint

meist gegen Ende der Sedimentbildung wieder. Die Sandsteinbildungen scheinen hier keinen bestimmten Horizont einzuhalten, sondern je nach der Nähe oder Entfernung der beteiligten Continente sich bald früher, bald später einzustellen.

Bemerkenswerth ist, dass der Hauptlettenkohlen-Sandstein sich meist im oberen Theil des Complexes befindet.

Zwischen die klastischen Sedimente schoben sich hie und da Kalk- oder Dolomitbänke ein, ohne an ein bestimmtes Niveau gebunden zu sein. Dieselben zeigen an, dass Oscillationen des Bodens andauerten und in Folge dessen bald Sedimente eines seichten, bald eines tieferen Meeres zur Ablagerung kamen.

Sowohl die Schieferthone und Letten, wie vorzugsweise die Sandsteine enthalten meist Lettenkohlenpflanzenreste in grossen Mengen. Das Auftreten von Kohlenflötzen weist unbedingt auf eine Reihe flacher sumpfiger Inseln hin, welche an die Nähe von Festlandsmassen gebunden waren und deren Vegetation die Bildung von diesen Flötzen herbeiführte.

Diese dichtbewaldeten Inseln und Küsten lieferten das Material an Pflanzenresten, welche fast in der ganzen Ausdehnung des Meeresbeckens begraben wurden.

Gegen Schluss der Lettenkohlenperiode trat eine Senkung ein, welche die Ablagerung eines rein marinen Horizontes, des Grenzdolomites, mit einer marinen Fauna zur Folge hatte.

Eng an die Ablagerungen der germanischen Lettenkohle schliessen sich diejenigen im nordalpinen Gebiet an.

Der später noch eingehend zu erörternde Einfluss des vindelicischen Höhenrückens macht sich hier in hervorragendem Maasse geltend.

In nächster Nähe desselben, d. h. im nördlichen Theil von Vorarlberg und in dem westlichen von Nordtyrol und Bayern bezeichnen Sandsteine und Letten, die local tief nach Süden reichen können, den Beginn der Littoralbildungen. Pflanzenreste sind in ersteren nicht gerade häufig, aber doch anzutreffen. Weiter gegen Süden stellen sich mit der zunehmenden Tiefe des Meeres kalkige Bänke in den Mergeln ein, welche in erster Linie aus Knollen von Kalkalgen zusammengesetzt eine reiche Littoralfauna beherbergen. Der meist fragmentarische Erhaltungszustand der Conchylien, welche

von den Kalkalgen (*Spaerocodium Bornemanni* ROTHPL.) über-  
rindet worden sind, und der abgeriebene Zustand der letzteren  
deuten darauf hin, dass sich hier ein seichtes und bewegtes  
Meer befand. Ganz im Süden treten die Algen zurück und  
die Sedimente werden homogen und rein kalkiger Natur.

Eine unmittelbare Senkung hat wieder marine Kalk-  
ablagerungen veranlasst, welche sich in ihrem petrographischen  
Charakter durchaus nicht von jenen des oberen Muschelkalkes  
(Wettersteinkalk) dieses Gebietes unterscheiden. Eine aber-  
malige, aber noch intensivere Senkung rief wieder Littoral-  
bildungen in grösserem Umfange und in grösserer Verbreitung  
hervor.

In diesem Horizonte finden sich im ganzen nördlichen  
Theil Ablagerungen von Sandsteinen, welche local eine ver-  
hältnissmässig reiche Flora enthalten und im Hohenschwangauer  
Gebiet, also in nächster Nähe des vindelicischen Höhenrückens,  
sogar Kohlenflötzen führen.

Nach Süden stellen sich wiederum Kalkbildungen mit  
einer ungemein reichen Littoralfauna ein, zu den in der süd-  
lichsten Randzone die bisher fehlenden Cephalopoden hinzu-  
kommen.

Wir haben also wieder Anzeichen dafür, dass das Meer  
nach Süden ein tieferes wurde, ebenso wie in der ersten  
littoralen Periode.

Östlich von Salzburg fehlen Sandsteine im ersten litto-  
ralen Horizont dieser Gruppe ganz und sind anstatt dessen  
Schiefer entwickelt (Trachyceraten-Schiefer), welche auf  
eine gleiche Facies wie im östlichen Theil der Südalpen in  
Kärnten hindeuten. Der schon bei der Besprechung der  
Buntsandstein-Formation hervorgehobene und in den späteren  
Epochen wieder ersichtliche enge Zusammenhang dieses Gebietes  
mit dem südalpinen macht sich in noch höherem Maasse geltend.

Es existirt in der Facies kein unmittelbarer Zusammen-  
hang mit dem östlichen Theil, dafür ein auffallender mit den  
Südalpen, d. h. in deren östlichem Gebiet.

Das marine Kalkglied, welches, wie wir gesehen haben,  
im Osten sich einschob, fehlt hier ebenso wie die gleiche  
Facies des oberen Muschelkalkes (Wettersteinkalk) gänzlich.

Es folgen unmittelbar auf den Trachyceraten-Schiefern

zuerst Schlamm-, dann Sandablagerungen. (Raingrabener Schiefer — Lunzer Sandsteine.)

Beide letzteren stimmen petrographisch so auffallend mit den Ablagerungen des oberen Horizontes der ausseralpinen Lettenkohle überein, dass auch ohne das Vorkommen von zahlreichen Kohlenflötzen in der nördlichen Randzone und einer analogen Fauna und Flora die Identität eine auffallende ist.

Nach Süden treten ebenfalls an Stelle der klastischen Sedimente Kalkablagerungen mit Kalkalgenknollen und einer Littoralfauna, welche bis hart an das centralalpine Gebiet, im Gegensatz zu den ersten Schieferbildungen (Trachyceraten-Schiefer), welche nördlich zurückbleiben, hineinreichen.

In den ganzen Nordalpen macht sich die Thatsache geltend, dass die durch die zweite Hebung bewirkten Littoralbildungen nicht allein ungemein charakteristisch sind und übereinstimmen, sondern eine nicht zu unterschätzende allgemeine Verbreitung geniessen.

Die zweite Hebung, welche während der Lettenkohlenzeit eintrat, scheint jedenfalls darnach zu urtheilen, die bedeutendere gewesen zu sein.

Es ist dies eine Erscheinung, welche in den Südalpen in gleicher Weise zu erkennen ist.

Die Littoralbildungen werden nach oben meist sehr scharf von einer mehr oder weniger mächtigen Kalkbank abgeschlossen, welche eine unmittelbare Senkung anzeigt und wohl mit dem Grenzdolomit Deutschlands in Parallele gestellt werden kann, zumal dieselbe in den Südalpen, wo sie dolomitisch ausgebildet ist, wie z. B. bei Raibl, ein wichtiges Trennungsmittel zwischen dem unteren Horizont der Raibler Schichten und den Torer Schichten abgiebt.

Wir haben also, kurz zusammengefasst, im nordalpinen Gebiet zwei aufeinander folgende und im östlichen Theil desselben, d. h. dort, wo diese Bildungen entwickelt sind, durch eine marine Kalkablagerung getrennte Littoralbildungen. Die erste führt Sandsteine mit Pflanzenresten in ihrer nördlichen, Sphaerocodienbänke mit einer reichen Flachwasserfauna in der südlichen Zone des westlichen Theiles der Nordalpen. Im östlichen Theil, d. h. östlich von Salzburg, vertreten ihre Stelle Trachyceraten-Schiefer, also Sedimente tieferer Gewässer.

Die zweite ist, sowohl was Verbreitung wie Fossilienreichthum anbetrifft, die wichtigste und enthält die charakteristischen Sedimente der Lettenkohle und somit auch Kohlenflöze und zahlreiche Lettenkohlenpflanzen.

Nach Süden zu findet im ganzen Gebiet ein Übergang in ein flaches Küstenmeer statt, der sich durch Überwiegen kalkiger Sedimente mit einer sehr reichen Bivalven- und Gastropodenfauna geltend macht. Noch südlicher stellen sich auch Cephalopoden ein. Sphaerocodien sind auch vorhanden, aber weniger zahlreich, wie in dem ersten Horizont.

In den Südalpen finden wir viel wechselndere Bilder, schon aus dem Grunde, weil hier die im Norden deutlich angezeigte Hebung durch locale vulcanische Erscheinungen ausgelöst wurde.

Die vulcanischen Kräfte, welche während der Zeit der Ablagerungen des oberen Muschelkalkes geschlummert hatten, erwachten aufs Neue. Im Verlauf der alten Bruchlinie im Süden des centralalpinen Rückens bildeten sich in Folge der neuen Niveauveränderung, welche sich allgemein in einer Hebung des Bodens äusserte, neue Spalten, in welchen das feurig-flüssige Magma hervordrang.

Wir finden ganz gleiche Erscheinungen vor, wie zur Cassianer Zeit, und merkwürdiger Weise sind die vulcanischen Producte in ihrer petrographischen Beschaffenheit kaum von jenen der vorhergehenden zu unterscheiden.

Dies ist wahrscheinlich auch der Grund gewesen, weshalb vielfach die vulcanischen Massen der Raibler Zeit für älter gehalten worden sind.

Die vulcanische Thätigkeit ging ausschliesslich in Südtirol, Venetien und gemäss des sich nach Süden wendenden centralalpinen Rückens auch im nördlichen Theil der Lombardei vor sich. Die Haupteruptivcentren sind die Umgegend von Preddazzo mit dem Schlern und der Mendola, ferner Recoaro und Val Sabbia und Trompia in der Lombardei.

Diese Eruptionen scheinen in zwei Perioden erfolgt zu sein, welche sich mit den beiden nacheinander erfolgten Hebungen, wie wir sie im Norden kennen gelernt haben, decken. Der erste Austritt vulcanischer Massen unterbrach in der nördlichen Zone nur local die Facies des oberen

Muschelkalkes (Schlerndolomit), welche überall dort fort-dauerte, wo keine Eruptionen stattfanden. In der südlichen Zone stellten sich an Stelle der Algenrasen Schlammablagerungen mit einer artenarmen, aber individuenreichen Bivalvenfauna (*Myoconchen* etc.) ein.

Im östlichen Gebiet, in Kärnten (Raibl), wo keine vulcanischen Erscheinungen bemerkbar sind, finden wir, wohl in Folge der grösseren Nähe eines südlich gelegenen Festlandes, genau dieselben Bildungen vor (Fischschiefer), nur in grösserer verticaler Ausdehnung, wie am Rande des böhmischen Massivs in Niederösterreich (Trachyceraten-Schiefer) und mit einer reicheren Fauna, und bei Raibl selbst mit einer wohl-erhaltenen Flora, welche sich, obgleich sie den Lettenkohlencharakter trägt, von der jüngeren der Lunzer Schichten (oberer Lettenkohlenhorizont) unterscheidet.

Während dieser erste, hier wohl kaum littoral zu nennende Horizont der Lettenkohle, im nördlichen Theil nur durch Eruptionen, im südlichen durch Schiefer, Mergel und Kalkablagerungen kenntlich ist, lässt sich der zweite durch seine ebenso gleichmässig verbreitete und charakteristisch-littorale Facies und seinen Reichthum an Fossilien leichter verfolgen.

Die zwischen beiden liegende Senkungsperiode kommt am Rande des Centralmassivs durch die fortgesetzte Schlern-dolomitfacies, im Süden durch einen kalkig-mergeligen Horizont (Horizont der *Myophoria Kefersteini* bei Raibl) zum Ausdruck.

Für den zweiten im wahren Sinne littoralen Horizont ist die Betheiligung klastischer Sedimente, welche theils aus Sanden, theils aus Tuffen oder aus Geröllen vulcanischer Gesteine bestehen, bezeichnend.

Eine Flachwasserfauna mit zahlreichen Bivalven, Gastropoden, ferner Korallenrasen, Sphaerocodienbänke und stets vorhandene kohlige Landpflanzenreste sind für diesen Horizont charakteristisch. So arm, abgesehen von der südlichen Zone, der vorhergehende Horizont war, so reich ist dieser.

Die Unebenheiten am Boden des seichten Meeres scheinen ziemlich beträchtliche gewesen zu sein, wenn auch nicht so bedeutende, wie sie durch die Vulcankegel zur Cassianer Zeit (mittlerer Muschelkalk) hervorgerufen waren. Dagegen macht

sich eine stärkere Erosion der vorhandenen Kuppen und dadurch eine grössere Verbreitung von klastischem Material geltend. Es müssen daher die atmosphärischen Niederschläge, welche aus dem feuchten Klima, das die üppige Vegetation im Norden und Süden begünstigte, zu erklären sind, ganz beträchtliche gewesen sein, denn eine intensive Erosion, welche Einschwemmung von klastischem Material in dem Umfange begünstigt hat, lässt sich ohne eine solche Einwirkung niemals erklären.

Dass diese klastischen Massen ausschliesslich von den älteren oder gleichzeitig entsandenen Vulcankegeln herrühren, beweist der Umstand, dass solche nur im Umkreis der Ausbrüche zu finden sind und in ihrem petrographischen Charakter auf diese zurückzuführen sind, dagegen in deren weiterer Umgebung durch eisenschüssige Dolomite und Mergel, im Süden und Osten durch Kalk- und Mergelablagerungen ersetzt werden.

Im östlichsten Theil des Gebietes, d. h. in Kärnten und Südsteiermark, finden wir die gleichen Faciesverhältnisse und in derselben Reihenfolge nach dem centralalpinen Rücken zu, wie im Norden.

Im nördlichen Kärnten trifft man die gleichen Flachwasserablagerungen mit Sphaerocodien und einer gleichen reichen Bivalvenfauna wie im Norden an, während im südlichen Kärnten bei Raibl sowohl eingeschaltete Korallenbänke, wie das zahlreiche Vorkommen von kohligen Pflanzenresten auf ein seichteres Meer schliessen lässt, wenn auch direct klastische Sedimente fehlen. Im ganzen Gebiet der Südalpen wird dieser obere Horizont ebenso wie im Norden durch eine dolomitische oder kalkige Bank abgeschlossen. Bei Raibl, und wie es scheint im östlichen Theil von Friaul, erreichte dieselbe eine so bedeutende Mächtigkeit, dass sie direct als Grenzdolomit gegen die Torer Schichten bezeichnet und als solche mit jenen des germanischen Gebietes verglichen werden kann.

Für den eben besprochenen Horizont ist in der ganzen Ausdehnung der Ablagerungen das Vorkommen von Lettenkohlenpflanzen bezeichnend. Die Fauna weist naturgemäss je nach der Facies Verschiedenheiten auf, welche aber nicht fundamentale sind.

Im germanischen Meerestheil lehnt sich die Fauna, wenn

man von den Abweichungen, welche die littorale Facies mit sich bringt, absieht, eng an jene des oberen Muschelkalkes an. Eine gleiche Erscheinung finden wir im alpinen Gebiet.

Die Fauna der unteren Raibler Schichten ist mit wenigen Veränderungen genau dieselbe Littoralfauna, wie wir sie an den Hängen der Tuffkegel zur Cassianer Zeit (mittlerer Muschelkalk) gefunden haben. Erst im oberen Horizont macht sich der Einfluss einer fremdartigeren Thierwelt geltend. Es ist eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass nur im Norden der Alpen und dort nur local (d. h. im westlichen Theil, wo ausgesprochene Littoralbildungen vorliegen), die Cassianer Fauna unverfälscht im unteren Horizont auftritt. Dieselbe beweist, welchen bedeutenden Einfluss analoge Bedingungen auf den gleichbleibenden Typus der Thierwelt auszuüben im Stande sind. Im Süden, wo man doch am allerersten eine Cassianer Fauna vermuthen dürfte, fehlt sie in der Reichhaltigkeit einfach aus dem Grunde, weil andere Meerestiefen, andere Beschaffenheit des Meeresbodens etc. vorlagen.

Der Charakter ist aber durchgehend der gleiche, wie im mittleren Muschelkalk. Die Beziehungen zum oberen sind einfach aus dem Grunde äusserst geringe, weil die Facies eine grundverschiedene ist und wenn je eine gleiche Facies, wie die ältere, sich einschleibt, wie wir es gesehen haben, so hat sie nur spärliche Thierreste aufzuweisen. Wären solche vorhanden, so würden sie sich an jene des oberen Muschelkalkes der Alpen anlehnen.

Dieser Zusammenhang in faunistischer Beziehung mit dem Muschelkalk, welcher im germanischen Becken dazu geführt hat, dass einzelne Geologen (z. B. E. FRAAS, Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch. 1892. p. 564) die Lettenkohlengruppe mit dem Muschelkalk vereinigen wollten, kommt im alpinen Gebiet in ganz anderer Weise zur Geltung. In Folge der ausgeprägteren Küsten- oder Flachseebildungen ist der Gegensatz zu den Sedimenten des alpinen oberen Muschelkalkes, die auf ein tieferes Meer schliessen lassen, ein bedeutender, die Beziehungen zu denen des mittleren (Cassian) dagegen um so augenfälliger.

Da in Deutschland die Facies während der Muschelkalkperiode eine ziemlich gleichförmige geblieben ist, in den Alpen aber schroffen Wechseln unterlag, so muss der Unterschied.

der sich aus diesen verschiedenen Verhältnissen ergibt, auch in Rechnung gezogen werden.

Der Schwerpunkt liegt immerhin darin, dass die Fauna der ausseralpinen wie der alpinen Lettenkohle sich eng an diejenige des Muschelkalkes anschliesst.

Diese Thatsache ist, abgesehen von der gleichzeitigen Hebung, welche diese Bildungen im ganzen Gebiet hervorgerufen haben, und abgesehen von der übereinstimmenden Facies, Flora und wo erstere die gleiche ist, auch Fauna, nicht genug zu betonen, da auch sie bei einer Nachweise der Gleichalterigkeit schwer ins Gewicht fällt.

Der germanische Meerestheil war vom alpinen gegen Ende der Lettenkohlenperiode so gut wie abgeschlossen.

Kohlenflötze bei Basel und in der nördlichen Schweiz, Sandsteine mit zahlreichen Pflanzenresten südlich vom Bodensee, wo letztere bei Vaduz auch Reste von Käfern führen, die auf die Nähe des Landes hinweisen und im nördlichen Theil von den bayerischen Alpen, wo in der Hohenschwangauer Gegend sich ebenfalls kleine Kohlenflötze einstellen, zeigen uns den Verlauf eines aus dem Meer hervorragenden, theilweise sumpfigen, mit Vegetation bedeckten Rückens.

Derselbe kann kein anderer als der vindelicische, früher nur als submarine Barrière zu vermuthende Urgebirgsrücken gewesen sein.

Dieser scheint sich in nordöstlicher Richtung zum böhmischen Massiv hingezogen zu haben, denn im westlichen Theil der bayerischen Alpen, d. h. westlich vom Inn, fehlen klastische Sedimente fast ganz und die Facies deutet auf tiefere Gewässer hin.

Das böhmische Massiv, dessen unmittelbare Nähe zu Beginn der Lettenkohlenperiode im Süden aus der benachbarten Facies am Nordrande der Alpen nicht zu erkennen ist, rückt bei der zweiten Hebung stark nach Süden vor.

Die Kohlenflötze am ganzen Nordrand der niederösterreichischen Alpen, die bedeutenden Massen von klastischem Material, welche die Lunzer Sandsteine gebildet haben, weisen sowohl auf die Küste selbst wie auf Flüsse hin, welche den Detritus vom Lande ins Meer führten.

Dass die Kohlenflötze aus Wäldern, welche die sumpfige

Küste bedeckten, gebildet wurden, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Die Sandmassen, welche ins Meer geführt wurden, dienten dazu, um diese sumpfigen Niederungen zu bilden, denn die Kohlenflötze liegen stets über dem Sandsteinhorizont und werden ihrerseits wieder von einem solchen bedeckt. Wiederholte Einschwemmungen von Detritus haben diese Wälder nach kurzer Existenz wieder begraben und somit erhalten.

Dass diese Erscheinung auf Niveauveränderungen zurückzuführen ist, lässt sich nur vermuthen, aber schwer nachweisen.

Während am Nordrande das Meer ein sehr flaches war, vertiefte es sich nach Süden, d. h. zum centralalpinen Rücken hin immer mehr, was in dem Wechsel der Facies und Fauna deutlich zu erkennen ist. Es liegen also dieselben Verhältnisse vor, wie zur Zeit des oberen Muschelkalkmeeres, nur mit dem Unterschiede, dass gemäss der durchgehend geringen Tiefe des Meeres die Abweichungen in den Tiefenverhältnissen nicht so stark zum Vorschein kommen. Da littorale Bildungen, wie Conglomerate etc., in nächster Nähe des centralalpinen Rückens bisher weder an seinem nördlichen noch an seinem südlichen Rande zu beobachten waren, ferner Pflanzenreste in seiner nächsten Umgebung fehlen, so ist kaum anzunehmen, dass dieser Höhenzug über die Oberfläche des Meeres hervorragte. Wir müssen denselben also als submarine Barrière betrachten, wie er es seit Ende der Buntsandsteinzeit bereits gewesen ist. Das Fehlen von Sedimenten erklärt sich aus den nach beiden Seiten steil abfallenden Hängen, welche nicht allein durch das plötzliche Abstossen der mächtigen Ablagerungen des oberen Muschelkalkes, sondern auch durch die in Folge parallel laufender Verwerfungen an beiden Seiten befindlichen Senkungsgebiete angenommen werden müssen.

Im Süden finden wir in seiner unmittelbaren Nähe, wo keine Vulkankegel vorhanden sind und deren Einfluss sich nicht durch Einschwemmung klastischer Massen geltend macht, eine Facies, welche sich nicht von der vorhergehenden unterscheidet und eine Fortdauer gleicher Tiefenverhältnisse andeutet. In der südlichen Randzone treffen wir dagegen Ablagerungen und eine Thierwelt, welche auf geringere Tiefen

schliessen lassen. Am deutlichsten ist der Übergang zwischen der verschiedenen Facies in Kärnten zu erkennen. Wir haben hier ebenfalls eine von aussen zum centralalpinen Rücken zunehmende Neigung des Meeresbodens, wie wir sie in gleichem Maasse, aber nur deutlicher und allgemeiner im Norden kennen gelernt haben.

Wie bereits angedeutet wurde, enden diese littoralen Bildungen der Lettenkohle mit einer plötzlichen Senkung, welche in einer meist sehr geringmächtigen Kalk- oder Dolomitbank zum Ausdruck kommt, deren marine Entstehung local durch das zahlreiche Vorkommen von Brachiopoden gekennzeichnet wird. Nur bei Raibl ist dieser Horizont recht mächtig entwickelt und von mir als Zwischendolomit bezeichnet worden. Im Allgemeinen ist auf diesen Horizont wenig oder gar kein Gewicht gelegt worden, weil er sich meist gar nicht von den Torer Schichten unterscheidet und daher mit diesen vereinigt wurde.

Im germanischen Gebiet, wo viel ausgeprägtere marine Ablagerungen folgen, wie im alpinen, lässt sich die obere Grenze viel schärfer ziehen, und hat man daher den Grenzdolomit, wenn er auch noch so geringmächtig war, scharf ausgeschieden.

Ich begnüge mich zu betonen, dass wir in den Alpen einen ganz analogen Horizont haben und verweise dabei auf die Schichtenfolge bei Raibl.

Auf diesen Grenzdolomit mariner Entstehung folgen, durch eine erneute Hebung veranlasst, mehr oder weniger ausgesprochene Seichtwasserbildungen.

Waren die vorhergehenden Ablagerungen der Lettenkohlenperiode in ihrer Facies und Fauna sehr verschieden, so stellt sich jetzt eine Gleichmässigkeit ein, welche überraschend ist.

Im germanischen Gebiet finden wir im unteren Keuper, d. h. Gypskeuper (nach manchen Autoren: mittlerer Keuper), vorwiegend Ablagerungen, welche ungemein arm an Thierresten sind und wegen des verbreiteten Vorkommens von Gyps etc. auf eine Aestuarenbildung schliessen lassen. Sandsteine sind im südlichen Theil, d. h. in der Nähe des vindehlicischen Rückens und des böhmischen Massivs häufig, fehlen aber im nördlichen fast allgemein.

Im alpinen Meerestheil finden wir in der nördlichen sowohl wie in der südlichen Randzone ganz analoge Gebilde, d. h. Gypseinlagerungen. Der ganze Habitus der Schichten ist sogar in einigen Theilen der Lombardei petrographisch ein so übereinstimmender mit jenem in Deutschland, dass er ausdrücklich hervorgehoben zu werden verdient.

In der dem centralalpinen Rücken näher liegenden Zone ist vielleicht in Folge der stärkeren Bewegung des Meeres eine Facies entwickelt, welche in erster Linie durch das massenhafte Vorkommen von *Ostrea montis caprillis*, welche echte Austernbänke bildet, gekennzeichnet ist. Es sind das die Schichten, welche unter dem Namen Torer Schichten bekannt sind.

In der unmittelbaren Nähe des centralalpinen Rückens war das Meer noch tiefer und hier finden wir dieselbe Facies, welche wir als Algenfacies bezeichneten und die in den oberen Horizonten des unteren Muschelkalkes begann und die bedeutenden Kalk- und Dolomitmassen zur Ablagerung brachte. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass die erste Hebung, welche im unteren Horizont Littoralbildungen hervorrief, d. h. im nordalpinen Gebiet Sphaerocodien- und Austernbänke, im Süden bei Raibl Bänke von *Astarte Rosthorni* und *Ostrea montis caprillis*, von einer dauernden Senkung gefolgt war, welche Ablagerungen überwiegend kalkiger oder dolomitischer Schichten zur Folge hatte. Diese Senkung war natürlich keine continuirliche, sondern sie wurde von unbedeutenden Hebungen unterbrochen, welche einen in den von dem centralalpinen Rücken entfernteren Gegenden am deutlichsten hervortretenden Wechsel in der Facies herbeiführte.

Die Grenze gegen den nächst jüngeren Hauptdolomit oder Dachsteinkalk etc. ist in Folge der durch die andauernde Senkung veranlassten analogen Facies in den oberen Horizonten nicht leicht mit genügender Schärfe zu ziehen.

Die Fauna dieses Horizontes ist in Deutschland, wie gesagt, eine recht ärmliche, lehnt sich aber an jene der Lettenkohle an, besonders was die Bivalven anbelangt (vergl. z. B. v. SANDBERGER, Verh. d. phys.-med. Gesellsch. Würzburg 1890. p. 43).

Beachtenswerth ist in diesem Horizont das Vorkommen von *Myophoria Kefersteini*, *Astarte Rosthorni* und von *Myo-*

*phoria Goldfussi*, die ich nur als Parallelf orm von *Myophoria Whateleyae* auffasse und welche genau dieselbe verticale Verbreitung hat wie letztere.

Im alpinen Gebiet besteht die Fauna vorwiegend aus Bivalven und bleibt sich in den Grundzügen überall gleich. *Ostrea montis caprillis*, *Myophoria Whateleyae*, *Pecten filosus* sind die leitenden Formen. Erwähnenswerth sind ferner *Astarte Rothorni*, welche im oberen Horizont der Lettenkohle im nördlichen Theil sehr verbreitet ist, aber in den Südalpen und bei Raibl erst in den Torer Schichten auftritt, und *Myophoria Kefersteini*, welche höchst selten hier vorzukommen scheint, auf die südalpine Lettenkohlengruppe beschränkt ist, aber deren Vorkommen in den Torer Schichten bei Raibl zur Erklärung ihres Auftretens im ausseralpinen Gebiet von äusserster Wichtigkeit ist.

Sowohl dem vindelicischen wie dem centralalpinen Rücken fällt dieselbe Bedeutung zu, welche sie zur Zeit des mittleren Muschelkalkes (Cassianer Schichten) gehabt haben. Es wird daraus ersichtlich, dass der erstere wieder gesunken ist, d. h. im Gegensatz zur Lettenkohlenzeit submarin wurde. Auch das böhmische Massiv ist in seinem südlichen Theil zurückgetreten, denn dort, wo kurz vorher, d. h. am nördlichen Rande der niederösterreichischen Alpen, directe Strandbildungen vorlagen (Sandsteine mit Kohlenflötzen), finden wir Kalkablagerungen und Auster nbänke.

Die Bildungen des mittleren Keupers dauern in der nahezu gleichen Facies im germanischen Becken fort bis zu den Rhätischen Schichten, welche als oberer Keuper angesehen werden. Eine Grenze ist, genau genommen, nur dort zu ziehen, wo *Avicula contorta* und mit ihr die rhätische Bivalvenfauna auftritt.

In dem alpinen Theil treten als Folge der allgemein fortschreitenden und in der Nähe des centralalpinen Höhenrückens am deutlichsten ausgeprägten Senkung je nach den Tiefenverhältnissen des damaligen Meeres verschiedene Bildungen auf.

In der äusseren Randzone sind es meist Dolomite, welche im Norden sehr bituminös und fein geschichtet, im Süden rein und dickbankiger sind.

Diese Dolomite reichen im Süden als solche bis an das Centralmassiv heran und theilweise auch in dieses hinein, während sie im östlichen Theil der Nordalpen und dort in der südlichen Zone durch Kalkmassen vertreten werden.

Der Übergang vom Hauptdolomit in Niederösterreich nach Süden in den Dachsteinkalk zeigt uns, dass ungefähr die gleichen Unterschiede in der Tiefe des Meeres, wie wir sie in der ganzen Triasperiode kennen gelernt haben, geblieben sind. Die fortdauernde Senkung lässt sich nicht allein in der wachsenden Mächtigkeit der Dolomit- und Kalkmassen nach dem centralalpinen Höhenrücken zu erkennen, sondern findet ihre gewichtigste Bestätigung in der Transgression auf diesem.

Alle triassischen Kalk- oder Dolomit-Schollen, welche entweder in das jetzige krystallinische Gebiet hereingreifen oder auf demselben vereinzelt erhalten sind, dürften nach den neuesten Untersuchungen wohl ausschliesslich diesem Horizont zufallen.

Die ziemlich verbreiteten, aber bei den ungünstigen Erhaltungsbedingungen verhältnissmässig selten anzutreffenden Diploporen deuten darauf hin, dass die gewaltigen Sedimente ganz ebenso, wie jene der gleichartigen Ablagerungen der früheren Perioden, in erster Linie durch Algenwachsthum zu Stande gekommen sind.

Die Fauna ist nach den bisherigen Kenntnissen eine armselige, doch hat es allen Anschein, als ob dort, wo die Erhaltungsbedingungen günstige gewesen sind, d. h. dort, wo die Schichten in ihrer ursprünglichen petrographischen Beschaffenheit als Kalk erhalten sind in Folge der gleichen Facies, eine Fauna vorhanden ist, welche sich unwesentlich von jener des oberen Muschelkalkes (Wettersteinkalk, Hallstätter Kalk in parte) unterscheidet. Aus dem östlichen Theil der Nordalpen liegen eine Reihe Beobachtungen vor, welche dafür sprechen, doch waren sie bis jetzt nicht so genau, dass man auf sie hin eine Vermuthung, welche fürs erste nur wahrscheinlich ist, zur Thatsache erheben könnte.

Die Möglichkeit einer localen Verwechslung mit dem oberen Muschelkalk liegt dafür zu nahe. Nur äusserst detailirte Untersuchungen können uns in dieser Frage Klarheit verschaffen.

Am allerschwierigsten ist es, im alpinen Gebiet zu entscheiden, was wir als Rhätische Schichten im ursprünglichen und engeren Sinne aufzufassen haben. GÜMBEL (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1860. p. 160, Geogn. Besch. d. bayer. Alpengeb. p. 122) bezeichnet als Rhät, genau genommen, nur diejenigen Schichten, welche *Avicula contorta* führen, d. h. die Kössener Schichten in ihrer Littoralfacies und die Plattenkalke, welche in Nordtyrol und Bayern über dem Hauptdolomit folgen.

Diese ursprüngliche Begrenzung stimmt völlig mit der Fassung überein, welche später den Rhätischen Schichten im ausseralpinen Gebiet zu Theil wurde. Es sind dort vorwiegend geringmächtige, aber durch eine gleiche Fauna gekennzeichnete Littoralbildungen unter diesem Namen verstanden.

Wir müssen also alle diejenigen Schichten, welche unter den Schichten mit *Avicula contorta* liegen, also sowohl den Hauptdolomit wie den nur in der Facies verschiedenen Dachsteinkalk noch zum mittleren Keuper zählen und beide in enge Beziehung zu den Raibler Schichten bringen, was durch den allmählichen Übergang beider Complexe in einander schon an die Hand gegeben ist.

Es ist zu betonen, dass im alpinen Gebiet in Folge der fortdauernden und, wie es scheint, ausgiebigen Senkung des centralalpinen Rückens gegen Schluss der Keuperzeit zum erstenmal in der Triasperiode eine deutliche Transgression wahrzunehmen ist, nämlich die Transgression des Hauptdolomits auf den Urgebirgsrücken, welche auch in einer Conglomeratbildung an der Anlagerungsgrenze zum Ausdruck kommt (ROTHPLETZ, Alpenprofil 1894. p. 74).

Die rhätischen Littoralbildungen greifen in den Nordalpen tief nach Süden herein. Sie sind nicht allein an den Tarnthaler Köpfen bei Matrei, sondern auch in den Radstädter Tauern nachgewiesen. Im östlichen Theil der Nordalpen scheinen sie in der südlichen Randzone in gleicher Weise wie alle vorhergehenden Littoralbildungen durch die kalkige oder dolomitische Facies eines tieferen Meeres vertreten zu sein, also in diesem Falle durch den Dachsteinkalk. Ganz dieselben Verhältnisse, nur in ausgedehnterem Maasse, finden wir in den Südalpen. Hier muss das südlich gelegene Fest-

land stark gesunken sein, denn auch in der südlichsten Zone der Triasbildungen finden wir Ablagerungen eines tieferen Meeres, d. h. Dolomite, deren oberer Horizont fraglos rhätischen Alters ist, da in demselben ausser *Avicula contorta* eine Reihe anderer bezeichnender Arten nachgewiesen sind.

Die Facies der Kössener Schichten, d. h. die Kalk- und Mergelbänke mit zahlreichen Brachiopoden und Cephalopoden vermitteln die littoralen Ablagerungen mit jenen tieferer Gewässer, welche durch die Anwesenheit von Kalkalgen charakterisirt sind. Die weite Verbreitung der rhätischen Fauna im ausseralpinen Gebiet deutet darauf hin, dass zu dieser Zeit die Verhältnisse im Meere ziemlich gleichartige waren. Die Erhebungen im Meeresboden, wie der vindelicische und besonders der centralalpine Höhenrücken, haben nicht allein durch locale Senkungen an Einfluss verloren, sondern es hat auch die vorhergehende ausgiebige Sedimentbildung die Höhenunterschiede des Meeresbodens bedeutend ausgeglichen. Ein Unterschied macht sich allein darin geltend, dass während der centralalpine Rücken sank, der vindelicische vielleicht etwas gehoben wurde, denn gerade in seiner Nähe, also am Nordrande der bayerischen Alpen, sind Littoralabsätze mit zahlreichen Korallen, Bivalven etc., z. B. am Wendelstein etc. vorhanden.

Zu Beginn der Liaszeit bestanden dieselben Verhältnisse mit der Abweichung, dass in den Alpen die locale Hebung der rhätischen Periode von einer Senkung und somit von einer Facies des tieferen Meeres gefolgt war.

Fassen wir kurz die weiteren Gesichtspunkte, welche sich aus der Besprechung der Triasablagerungen ergeben haben, zusammen, so erhalten wir folgende allgemein wichtige Resultate.

1. Dem verticalen Wechsel in der Facies liegen in erster Linie Oscillationen des Bodens, dem horizontale Tiefenverhältnisse des jezeitigen Meeres zu Grunde.

2. Das Meer, welches im germanischen, nordalpinen und südalpinen Becken Sedimente ablagerte, war ein zusammenhängendes.

3. Sowohl der vindelicische wie der centralalpine Höhenrücken sind die bedeutendsten Erhebungen im Meeresboden.

Ersterer erscheint erst während der mittleren Muschelkalkzeit und erreicht seinen höchsten Stand zur Zeit der Lettenkohlenbildungen, letzterer ist seit dem Perm nachweisbar und verliert an Bedeutung gegen Ende des Keupers.

4. Eine ungefähr gleiche Facies dauert fast ohne Unterbrechung in den Senkungsgebieten zu beiden Seiten des central-alpinen Höhenrückens fort.

5. Die mächtigen Kalk- und Dolomitablagerungen sind hier in erster Linie der kalkausscheidenden Thätigkeit von Algen aus den Familien der Codiaceen und Siphoneen zuzuschreiben. Dieselben bewohnten tiefere Zonen im Meere als z. B. *Sphaerocodium Bornemanni*, welches eine ausgesprochene Littoralform ist.

6. Cephalopoden eignen sich nicht mehr als jede andere Thierclassen zur Altersbestimmung einzelner Horizonte, da sie in gleicher Weise an eine bestimmte Facies gebunden sind und zugleich mit derselben wieder erscheinen.

7. Nur ganzen Faunen ist bei Altersbestimmungen eine entscheidende Bedeutung zuzuerkennen.

8. Auf das Auftreten internationaler, d. h. bekanntlich weit verbreiteter Arten aller Thierclassen ist ein grosses Gewicht zu legen, da eine weite Verbreitung ihre Selbständigkeit und Unabhängigkeit von Faciesveränderungen beweist.

Zum Schluss will ich noch die gleichalterigen Ablagerungen des germanischen nordalpinen und südalpinen Meeresbeckens zusammenstellen.

Germanisches Becken.	Nordalpines Becken.	Südalpines Becken.
Senkung zu Ende der Permzeit mit mariner Fauna.		
Zechstein.	Schwazer Dolomit.	Bellerophonkalk mit den ersten Diploporen ( <i>D. Bellerophonotis</i> ROTHPL.).
Plötzliche Hebung mit folgenden littoralen Ablagerungen des unteren und mittleren Buntsandsteines.		
Sandsteine und Thone etc.	Werfener Schichten, Sandsteine und Thone etc. Östlich von Salzburg kalkige Ablagerungen mit <i>Pseudomonotis Clarai</i> .	Kalkig-mergelige Schichten mit <i>Pseudomonotis Clarai</i> etc. (Seisser Schichten).

Germanisches Becken.	Nordalpines Becken.	Südalpines Becken.
Allmähliche Senkung mit theilweise mariner Facies. Oberer Buntsandstein.		
Röth: Kalke und Dolomite mit <i>Myophoria costata</i> etc.	Werfener Schichten oder Röth mit <i>Myophoria costata</i> etc.	Campiler Schichten, Werfener Schichten oder Röth mit <i>Tirolites Cassianus</i> , <i>Myophoria costata</i> etc.
Stärkere und fortdauernde Senkung mit rein marinen Bildungen.		
Unterer Muschelkalk.		
Wellenkalk mit <i>Spirigera trigonella</i> , <i>Terebratula vulgaris</i> , <i>Waldeheimia angusta</i> , <i>Spiriferina fragilis</i> , <i>Sp. hirsuta</i> , <i>Sp. Mentzeli</i> , <i>Pecten discites</i> , <i>Lima lineata</i> etc., <i>Ceratites trinodosus</i> .	Eine gleiche Fauna im Norden. Im Süden vorwiegend Cephalopoden, z. B. <i>Ptychites flexuosus</i> , <i>Ceratites trinodosus</i> etc. und Brachiopoden, während Bivalven fehlen. Im Osten Kalke und Dolomite, d. h. Algenvegetation im tieferen Meer.  Parthanensiskalke. Pietra verde.	Bei Recoaro reichere Littoralfauna wie im germanischen Becken. Im Norden z. Th. Dolomite und Kalke, d. h. tieferes Meer mit Algenvegetation.  Buchensteiner Schichten mit Pietra verde.
Durchgehende Hebung.	Theilweise Hebung in der Nähe des vindelicischen Höhenrückens.  Mittlerer Muschelkalk.	Im Norden theilweise Hebung und vulcanische Eruptionen. Im Süden in der Nähe der Küste durchgehende Hebung.
Aestuarenbildung, Gypsetc., oder Fortdauer der gleichen Facies, wie die vorige. Analoge Fauna.	Fortdauer der vorhergehenden Facies oder Schlammablagerungen, d. h. Partnachschichten. Reiflinger Kalke z. Th. oder Muschelkalk z. Th. Muschelkalkfauna oder Partnachfauna mit einigen Cassianer Formen. Local.	Littoralbildungen in der Nähe der Vulkankegel und im Süden. Reiche Fauna an den Riffhügeln, auch Landflora. In tieferen Zonen Fortdauer der Algenfacies. Wengener-Cassianer Schichten etc.
Plötzliche Senkung und rein marine Bildungen.		
Oberer Muschelkalk.		
Marine Facies ebenso wie vorher. <i>Ceratites nodosus</i> , <i>C. semipartitus</i> . Crinoiden, Bivalven etc.	Algenfacies: Wettersteinkalk und Dolomit, Hallstätter Kalk z. Th.  Enge Beziehungen zur alpinen Muschelkalkfauna mit einigen ausseralpinen Arten.	Algenfacies: Schlerndolomit, Mendoladolomit, erzführender Dolomit, Marmolatakalk, Spizekalk, Esinokalk etc. Eine reiche Cephalopoden- u. Gastropodenfauna. Brachiopoden, Bivalven local.  Enge Beziehungen zur alpinen Muschelkalkfauna. Eine Reihe ausseralpiner Muschelkalkarten.

Germanisches Becken.	Nordalpines Becken.	Südalpines Becken.
Plötzliche Senkung im ganzen Gebiet und daher fast allgemein Littoralbildungen. Lettenkohlengruppe.		
Marine Ablagerungen mit Muschelkalk-Fauna oder Littoralbildungen mit einer armen Fauna, aber local reichen Landflora und Kohlenflötzen. <i>Mastodonsaurus giganteus</i> , <i>Anoplophora lettica</i> etc.	Sandstein und Mergelablagerungen m. Lettenkohlenflora, Sphaerocodienbänken u. reicher Littoralfauna aus d. alpinen mittleren Muschelkalk.  Senkung. Marine Kalke und Dolomite in Nordtyrol und Bayern.  Hebung. Sandsteine, Mergel und Schieferkohlenflötze m. einer reichen Landflora (Lunz), weiter nach Süden Littoralfauna (mittlere alpine Muschelkalkfauna m. einig. Keuperarten). <i>Mastodonsaurus giganteus</i> , <i>Anoplophora lettica</i> etc. Arlbergkalk, Lüner Schichten, <i>Cardita</i> -Schichten, untere Raibler Schichten, Trachyceraten-Schiefer, Raingrabener Schiefer, Lunzer Schichten etc. Local Fortdauer der Algenfacies. Plötzliche Senkung.	Vulcanische Eruptionen. In der südlichen Randzone Littoralfacies.  Senkung. Algenfacies, d. h. Kalke und Dolomite im Norden, Littoralfacies im Süden.  Hebung. Allgemeine Littoralfacies, vulcanische Eruptionen. Local Fortdauer der Algenfacies. Untere Raibler Schichten, Bleiberger Schichten, <i>Cardita</i> -Schichten etc.
Grenzdolomit mit Muschelkalkfauna.	Kalk mit Brachiopoden, nicht immer im Complex zu unterscheiden.	Zwischendolomit bei Raibl. Algenfacies im Norden. Seichtwasserfacies im Süden.
Theilweise, im Norden bedeutende, im Süden unmerkliche Hebung.		
Gypskeuper.		
Aestuarienbildungen, Gyps, Sandsteine etc. Pflanzen. <i>Myophoria Kefersteini</i> , <i>Astarte Rosthorni</i> .	Rauhwacken und Gyps in der nördlichen, Austernbänke in der mittleren und Algenfacies in der südlichen Zone. <i>Ostrea montis caprili</i> , <i>Pecten filiosus</i> etc. Torer Schichten, Opponitzer Kalke. Hauptdolomit z. Th.	Rauhwacken und Gyps in der Lombardei, hier mit bunten Mergeln und Sandsteinen und im nördlichen Theil von Südtirol. Im Süden sonst littorale Fauna, in Kärnten und im mittleren Südtirol mit <i>Ostrea montis caprili</i> , <i>Pecten filiosus</i> etc., bei Raibl <i>Astarte Rosthorni</i> und <i>Myophoria Kefersteini</i> . In Südtirol etc. Fortdauer der Algenfacies.

Germanisches Becken.	Nordalpines Becken.	Südalpines Becken.
Fortdauer der Seichtwasserablagerungen ohne Aestuarienbildungen. Mergel, Sandsteine etc. Pflanzen.	Zunehmende Senkung. Keuper. Algenfacies mit localen Unterbrechungen. Im Norden bituminöser wohlgeschichteter Dolomit (Hauptdolomit); im Süden massige Dolomite und Kalke wahrscheinlich mit einer etwas abweichenden Muschelkalkfauna. Hauptdolomit, Dachsteinkalk z. Th. ?Hallstätter Kalk z. Th.	Algenfacies mit analoger Fauna. Hauptdolomit, Dachsteinkalk und Dolomit.

Hebung im Norden, fortdauernde Senkung im Süden.  
R h ä t.

Littoralbildungen mit einer reichen Bivalvenfauna und Bonebed. <i>Avicula contorta</i> etc.	In der nördlichen Zone Littoralbildungen mit vielen Korallen, Bivalven, Gastropoden etc. <i>Avicula contorta</i> . In der mittleren Cephalopoden und Brachiopoden. In der südlichen Zone Algenfacies.	Fast ausschliesslich Algenfacies. Dolomite mit einer reichen Fauna ( <i>Avicula contorta</i> etc.).
---	---	---

Plötzliche Senkung und marine Ablagerungen tieferer Gewässer des Lias.