

4. Beiträge zur Kenntniss der alpinen Trias.

II. Die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen.

Von Herrn EMIL BÖSE in Mexico.

Als Faciesbezirk bezeichne ich jedes grössere oder kleinere Gebiet, in welchem die einzelnen Stufen gleichartig ausgebildet sind, während in den anstossenden Gebieten in mehreren Stufen eine verschiedenartige Ausbildung vorherrscht. Ich lege also das Hauptgewicht auf das Gestein und nicht auf die Fossilien, obwohl meistens auch diese abweichen, wenn das Gestein verschieden ist. Einer paläontologischen Gliederung in Faciesbezirke stehen heute noch manche Hindernisse entgegen; vor Allem mangelt es in Stufen, wie der nordalpine Hauptdolomit eine ist, fast durchaus an Versteinerungen, von anderen Ablagerungen, wie der Wettersteinkalk, ist die Fauna noch nicht ausreichend beschrieben.

Begründen wir nun unsere Eintheilung in Faciesbezirke auf die Gesteinsbildung, so ist es natürlich nicht von vorn herein sicher, dass sich thatsächlich grössere Bezirke von gleichartiger Gliederung finden werden. An und für sich könnte ja sehr wohl an einer Stelle die Reihenfolge lauten: Werfener Schiefer — Muschelkalk — Partnachschichten — Wettersteinkalk — Raibler Schichten — Hauptdolomit — Rhät, und daneben etwa in einer Entfernung von 1 km östlich: Werfener Schiefer — Ramsaudolomit — Raibler Schichten — Dachsteinkalk — Rhät, und 1 km weiter westlich: Werfener Schiefer — Muschelkalk — Aonschiefer — Lunzer Sandstein — Opponitzer Kalk — Hauptdolomit — Rhät und so weiter; von vorn herein wäre das, wie gesagt, nicht ausgeschlossen, um so mehr als ja Uebergänge an der Faciesgrenze thatsächlich stattfinden. Uebrigens haben wir ja Aehnliches thatsächlich im Jura der Alpen zu verzeichnen.

In der Praxis finden wir nun, dass die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen sehr ausgedehnt sind (mit einer Ausnahme); für den Bezirk der Berchtesgadener Facies habe ich dies im vorhergehenden Theil nachgewiesen; in Beziehung auf die übrigen Gebiete lässt es sich in ähnlicher Weise zeigen. Eigent-

lich müsste dieser Nachweis der Stetigkeit in der Verbreitung der einzelnen Facies an dieser Stelle vorangeschickt werden, aber über die meisten Theile der Nordalpen besteht eine so grosse Literatur, dass auch den Fernerstehenden die Verbreitung der einzelnen Facies bekannt sein wird, und es ist heute nicht mehr nöthig, den ganzen Beweisapparat aus der Literatur zusammenzustellen. Was über den Umfang der einzelnen Bezirke zu sagen ist, wird ebenso wie der Nachweis, worin sich die einzelnen Bezirke unterscheiden, in einem der Schlusskapitel zusammengestellt werden. Vorerst aber soll gezeigt werden, wie die einzelnen Stufen in den verschiedenen Gebieten ausgebildet sind, wobei ja eigentlich ein Theil jenes Kapitels vorausgesetzt wird.

Die Ausbildung der einzelnen Stufen in den verschiedenen Faciesbezirken der Nordalpen.

A. Buntsandstein.

Der Buntsandstein ist in den Nordalpen in zwei grossen Faciesbezirken vertreten, welche wir hier gesondert betrachten wollen.

α. Vorarlberg, Graubünden, Unter-Innthal und die Gegend von Kitzbühel-Leogang.

(Verrucano e parte. rother Sandstein von Nord-Tirol.)

Der Buntsandstein ist in dieser Gegend zum grossen Theil als fein- oder grobkörniger, rother bis gelber Sandstein ausgebildet. In Graubünden stellen sich, ebenso wie in Vorarlberg, häufig auch grobe, quarzitishe Conglomerate ein. Ferner finden wir in Graubünden an einigen Stellen kalkige Schiefer im Buntsandstein, sowie grobe Kalkconglomerate. Wo der Buntsandstein hier von paläozoischen Dolomiten unterlagert wird, findet insgemein ein Uebergang durch bunte Conglomerate statt. Selten sind in Graubünden und Vorarlberg Einlagerungen von sandigen, glimmerreichen Schiefen, welche den Werfener Schiefen ähneln. Auch im Innthal finden wir häufig, dass der Buntsandstein durch ein grobes Conglomerat mit dem Schwazer Dolomit verbunden wird. In der Gegend von Fieberbrunn stellen sich besonders in den oberen Lagen bereits echte Werfener Schiefer ein. Sehr häufig findet sich in dem ganzen Gebiet über den Sandsteinen, Conglomeraten etc. eine mehr oder weniger mächtige Ablagerung von gelber Rauhwacke. Als durchgehenden Horizont kann man diese nicht betrachten, da sie an vielen Stellen fehlt. Sehr wichtig sind die vereinzelter Vorkommnisse von Buntsandstein bei Hindelang im Algäu, da sie zeigen, dass dort nicht Werfener

Schiefer, sondern dieselben Conglomerate und Sandsteine wie in Vorarlberg vorkommen.

Eine Gliederung dieser Buntsandstein-Ablagerungen in untere und obere lässt sich bisher nicht durchführen, um so weniger, als Fossilien nur an zwei Stellen und zwar durch SKUPHOS¹⁾ gefunden sind. Er traf in den sandigen glimmerreichen, lockeren Mergelkalken von Schnan und Flirsch *Myophoria costata* ZENK., *Modiola* (?) *Böhmi* SKUPH. und *Myacites* sp. Er hielt die Schichten für eine Vertretung des Reichenhaller Kalkes, was aber sicherlich unrichtig ist, da sie dem Aussehen nach nichts mit Reichenhaller Kalk zu thun haben, und *Myophoria costata* häufig auch in den Schichten mit *Naticella costata* vorkommt. Dagegen fehlt das Leitfossil des Reichenhaller Kalkes: *Natica* (*Neritaria*) *stanensis* PICH.; jedenfalls gehört die betreffende Schicht in den oberen Buntsandstein.

Man hat den „rothen Sandstein“ Tirols und den Verrucano Vorarlbergs und Graubündens durchaus nicht stets zum Buntsandstein gerechnet.²⁾ Der Verrucano Graubündens und Vorarlbergs wird noch heute von Manchen zum Palaeozoicum gerechnet. THEOBALD³⁾ fasste ihn wenigstens z. Th. als Buntsandstein auf, v. RICHTHOFEN⁴⁾ hielt den Verrucano Vorarlbergs für Palaeozoicum resp. für ein Gebilde, welches älter als die Trias ist; den rothen Sandstein im Innthal rechnete er dagegen zur Trias. Das geschah, weil er glaubte, im Verrucano fehle Rauhwacke, Gyps und Salz, während das Salzlager von Hall im Innthal [welches aber in Wirklichkeit den Raibler Schichten angehört] für ihn Grund bildete, den dortigen rothen Sandstein in die Trias zu versetzen. v. GÜMBEL⁵⁾ rechnet die Sandsteine des Innthales und Vorarlbergs zum Buntsandstein, doch stellte er auch bis zuletzt anscheinend den Schwazer Dolomit zur Trias (1894. siehe die Karte). Den Verrucano Graubündens scheint v. GÜMBEL nur z. Th. zum Buntsandstein gerechnet zu haben.

¹⁾ Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschichten in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1893, p. 150.

²⁾ Eine ziemlich vollständige Aufzählung der Literatur über diesen Gegenstand giebt CHR. LECHLEITNER in einer leider schwer zu erlangenden Abhandlung: „Ueber den rothen Sandstein an der Grenze der Central- und nordtirolerischen Kalkalpen“; Innsbruck, Programm des Staatsgymnasiums, 1878.

³⁾ Graubünden; siehe auch BÖSE, Zur Kenntniss der Schichtenfolge im Engadin. Diese Zeitschr., 1896.

⁴⁾ Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1859, 1861.

⁵⁾ Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, 1861. — Geologie von Bayern, 1894.

PICHLER¹⁾ deutete den rothen Sandstein des Innthales als Buntsandstein; v. MOJSISOVICS²⁾ betrachtete ihn 1870 als Aequivalent des Grödener Sandsteins; ROTHPLTZ³⁾ stellt ihn ebenso wie SCHLOSSER⁴⁾ zum Buntsandstein.

Diese Aufzählung, welche natürlich bei Weitem nicht vollständig ist, zeigt, wie sehr bisher die Anschauungen über das Alter des „Verrucano“ und des „rothen Sandsteins“ getheilt waren. Ausschlaggebend muss für uns beim Mangel an Fossilien der Umstand sein, dass der Sandstein und Verrucano stets unter dem Muschelkalk und über paläozoischen Schiefern und Dolomit liegt. Ob nicht etwa der untere Theil doch zum Palaeozoicum gehöre, lässt sich beim Mangel an Fossilien nicht entscheiden, eine petrographische Trennung aber ist nicht möglich.⁵⁾ Sicherlich aber ist der Complex nicht gleichalterig mit dem Grödener Sandstein Süd-Tirols, sondern wenigstens zum grössten Theile jünger.

β. Bayern, Salzburg, Nord-Steiermark, Ober- und Nieder-Oesterreich.

(Werfener Schiefer, Myophorien-Schichten ROTHPL. z. Th.)

In den genannten Theilen der Nordalpen hat der Buntsandstein eine sehr constante Ausbildung. Er tritt auf in Form von rothen, grauen, gelben und grünlichen, theils mergeligen, theils sandigen, glimmerreichen Schiefern mit Einlagerungen von rothen und gelben Sandsteinen und Conglomeraten, sowie grauen und blauschwarzen Kalken. Die Sandsteine können in allen Lagen vorkommen, die Conglomerate finden sich meistens im untersten, die Kalke stets im oberen Theil. Petrographisch lassen sich diese Ablagerungen kaum auf eine grössere Strecke hin gliedern. paläontologisch dagegen kann man eine Zweitheilung fast immer durchführen. Die höchsten Lagen der Werfener Schiefer sind häufig durch kalkige Bänke ausgezeichnet, welche *Myophoria costata* ZENK. und *Naticella costata* MSTR. führen. Letztere Art kommt in den unteren Werfener Schiefern niemals vor, erstere ist darin jedenfalls sehr selten. Eine Reihe weiterer Myophorien und Gervillien haben eine weniger grosse Verbreitung. Ebenfalls aus den oberen Schichten stammt *Pecten venetianus* (= *Avicula venetiana*), bisher

¹⁾ Siehe die Aufzählung bei LECHLEITNER.

²⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1870, p. 183—185, 231, 232.

³⁾ Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen, 1894. — Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheines. Diese Zeitschr., 1883.

⁴⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1895, p. 340—351.

⁵⁾ CATHREIN, Zur Gliederung des rothen Sandsteins in Nordost-Tirol. Ibidem, 1886, p. 307. — BÖSE, l, c., Engadin.

nur an einer einzigen Stelle mit Sicherheit nachgewiesen. In den unteren Theilen der Werfener Schiefer habe ich nirgends bezeichnende Fossilien gefunden; alle, welche ich darin gesammelt habe, kommen auch in den oberen Schichten vor; es sind hauptsächlich *Lingula tenuissima* BRONN, *Myacites fassaënsis* WISSM., *Gervillia* sp. Man kann also eine Eintheilung nur insofern machen, als bestimmte Formen der oberen Abtheilung in der unteren bisher fehlen, wobei allerdings als wichtig hinzukommt, dass *Naticella costata* auch in Süd-Tirol den oberen Horizont charakterisirt. Auf die weite Verbreitung der oberen Etage hat bereits BITTNER¹⁾ verschiedentlich hingewiesen und auch eine grössere Anzahl von Fossilien aus ihnen aufgezählt. Im bayerischen Antheil der Alpen finden sich, wenn man von Berchtesgaden absieht, keine Werfener Schiefer, in Tirol nur im Karwendel und den angrenzenden Gebirgszügen. Erst im Berchtesgadener und Salzburger Gebiet gewinnt die Facies eine grössere Verbreitung und lässt sich von dort ab bis Wien verfolgen.

B. Alpiner Muschelkalk im engeren Sinne, Recoarostufe.²⁾

(Alpiner Muschelkalk, Virgloriakalk, Reichenhaller Kalk, Myophorien-Schichten ROTHPLETZ z. Th., Gutensteiner Kalk, Reiffinger Kalk z. Th., ?Schreyeralmkalk, ?Lärcheckkalk.)

Der alpine Muschelkalk weist bereits eine viel grössere Anzahl von Faciesbezirken auf als der Buntsandstein, wenn auch schwarze Kalke im ganzen Gebiet der Nordalpen und der Bündener Alpen vorherrschen.

α. Bezirk der Bündner Facies.

Diese Facies ist in Graubünden und Vorarlberg, sowie in Tirol bis in die Gegend von Imst verbreitet, doch ist ein gewisser Unterschied zwischen Graubünden und den nördlicheren Theilen zu beobachten. In Graubünden besteht der Muschelkalk gewöhnlich aus schwarzen, gut geschichteten Dolomiten oder Kalcken mit glatter Schichtfläche. Bestimmbare Fossilien³⁾ sind selten; meistens finden sich nur Querschnitte von Brachiopoden und unbestimmbaren Diploporen; doch besteht kein Zweifel über das Alter der Dolomite und Kalke, da sie der Lagerung nach dem

¹⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1886, p. 387 ff.

²⁾ Ich habe früher diese Stufe als Virgloriastufe bezeichnet, ver- wende aber jetzt an Stelle dieses Ausdruckes den von BITTNER ge- wählten besseren: Recoarostufe.

³⁾ Dass bei Ponte die fossilreiche Schicht, welche v. GÜMBEL für Muschelkalk hielt, zu den Koessener Schichten gehört, habe ich an anderer Stelle nachgewiesen; siehe BÖSE, l. c. Engadin, p. 590.

Muschelkalk Vorarlbergs entsprechen. An einer einzigen Stelle (im Spöththal) fanden sich schwarze Kalke mit wulstiger Schichtfläche, welche mit einem dünnen Mergelüberzug versehen ist; sie ähneln jenen, welche in dem Bezirk der oberbayerischen Facies eine weite Verbreitung haben. Gewöhnlich weisen alle diese Kalke und Dolomite Hornstein-Ausscheidungen auf. Je mehr man sich Vorarlberg nähert, desto häufiger enthält der Muschelkalk Fossilien und desto enger schliesst er sich im Habitus des Gesteins an den Muschelkalk der oberbayerischen Facies an; in Vorarlberg wird er durch dunkle bis hellgraue Kalke mit welliger Schichtfläche vertreten. Häufig sind dünne Mergellagen eingeschaltet, zuweilen besteht er aus dunkelgrauem bis schwarzem Dolomit, ähnlich demjenigen des Engadin. Diese Facies ist in Bayern nirgends vorhanden. Zwar kommen auch hier im Muschelkalk Dolomitmänsen vor, doch haben sie ein anderes Aussehen. Sie sind hier auch nur von wenigen Punkten bekannt und spielen niemals eine so hervorragende Rolle, wie die Dolomite im Muschelkalk Graubündens.

3. Bezirk der Oberbayerischen Facies.

Der alpine Muschelkalk ist in den bayerischen und nordtiroler Alpen fast überall ziemlich gleichmässig ausgebildet; er besteht hauptsächlich aus schwarzen bis blaugrauen Kalken mit Hornstein-Ausscheidungen; häufig haben die schwarzen Kalke eigenartig wellige oder wulstige, die blaugrauen meistens glatte Schichtflächen. Die Schalen der Fossilien sind gewöhnlich verkieselt. Als besondere Facies ist im Karwendel der Reichenhaller Kalk zu erwähnen, welcher durch eigenartig matte Bruchflächen und rostfarbene Schicht- und Kluftflächen charakterisirt ist; er führt eine constante Fauna von *Natica (Neritaria) stanensis*, *Myophoria costata*, *Modiola triquetra* und Gervillien. Gewöhnlich bildet dieser Reichenhaller Kalk nur die unterste Stufe des alpinen Muschelkalkes, doch kann er auch, wie in der südlichen Karwendelkette, scheinbar den gesammten alpinen Muschelkalk vertreten; allerdings wird an solchen Stellen wohl die Riffacies bereits im Muschelkalk beginnen. Bisher kennen wir den Reichenhaller Kalk nur an der Grenze gegen die Berchtesgadener Facies.

An zahlreichen Stellen hat man im Gebiete der oberbayerischen Facies den alpinen Muschelkalk auf Grund der Fossilien in mehrere Stufen gliedern können. An dem kleinen Hügel bei Reutte lassen sich nach ROTHPLETZ¹⁾ drei Horizonte unterschei-

¹⁾ Geologisch-paläontologische Monographie der Vilser Alpen. Palaeontographica, 1886, p. 10 ff.

den: über einer Dolomitbank, welche bisher keine Fossilien geliefert hat, folgen schwarze Kalke mit Brachiopoden, darüber gleichartige Kalke mit Cephalopoden und Brachiopoden. Diese Dreigliederung lässt sich nicht an anderen Orten der Vilsener Alpen auffinden, meistens kann man nur einen Brachiopoden-Horizont von unterlagernden fossilereen Kalken trennen. Auch im Karwendel hat ROTHPLETZ¹⁾ drei Horizonte unterschieden: zu unterst einen Gastropoden-Horizont, darüber Brachiopoden-Kalke, zu oberst einen Ammoniten-Horizont, welche sich auch petrographisch etwas von einander unterscheiden, aber von sehr ungleichem Werth sind, da die Mächtigkeit des unteren Horizontes ca. 100 m, die des nächsten ca. 200 m, dagegen des obersten nur einige wenige Meter beträgt. Im Ganzen entspricht diese Gliederung derjenigen am Sintwagwald bei Reutte; eine Abweichung findet nur insofern statt, als der Gastropoden-Horizont dort durch fossilere Dolomitbänke vertreten wird. Der Gastropoden-Horizont dürfte im Osten des Karwendels übrigens identisch mit den Reichenhaller Kalken (Myophorien-Schichten ROTHPLETZ e parte) sein, soweit diese nicht auch noch den Brachiopoden-Horizont vertreten. Im Westen dagegen herrschen im unteren Theile des Muschelkalkes die sog. „Wurstelbänke“ vor.

Somit wäre also eine Dreigliederung für den oberbayerischen alpinen Muschelkalk festgestellt. Leider hat sie sich bisher nur an einigen Punkten durchführen lassen; gewöhnlich ist in Oberbayern der tiefere Theil des Muschelkalkes nicht aufgeschlossen oder aber fossilere. Am Wendelstein, wo der Muschelkalk ziemlich viele Versteinerungen führt, ist es FRAAS²⁾ nicht gelungen, die Dreigliederung nachzuweisen; ebensowenig war dies bisher im Wettersteingebirge und bei Hohenschwangau möglich. Der Werth der Gliederung ist also ein ziemlich prekärer, umsomehr als wir mit den einzelnen Stufen nicht viel anfangen können, da sie sich kaum mit einiger Sicherheit als gleichalterig mit den Stufen anderer alpiner Faciesbezirke nachweisen lassen, ebensowenig auch mit den Horizonten des germanischen Muschelkalkes in Beziehung zu bringen sind.

γ. Bezirk der Berchtesgadener Facies.

In diesem Gebiet ist der Muschelkalk in sehr verschiedenen Facies ausgebildet: nämlich als Dolomit, als bunter und als schwarzer Kalk. Die Dolomitfacies ist ziemlich weit verbreitet, hauptsächlich jedoch in den Salzburger Kalkalpen. Wir können

¹⁾ Das Karwandelgebirge, 1888, p. 19.

²⁾ Das Wendelsteingebiet, p. 20.

innerhalb der Dolomitfacies wieder zwei verschiedene Ausbildungsweisen unterscheiden. Gewöhnlich hat der Dolomit der Recoarostufe eine helle bis rothe (rosa) Farbe, oder es wechseln weisse und rosafarbene Bänke; an anderen Punkten zeigen einzelne Bänke jedoch eine tiefrothe Farbe. Die grössere Masse besteht aber immer aus hellem oder weissem Dolomit, so dass sich eine Grenze gegen die nach oben folgende ladinische Stufe nicht ziehen lässt. Ich habe in diesem Falle die Recoaro- und die ladinische Stufe zusammengefasst als Ramsaudolomit. Seltener ist der Dolomit dunkelgrau bis tief schwarz, ganz ähnlich dem noch zu erwähnenden Reichenhaller Kalk, ich bezeichne ihn in diesem Falle als Reichenhaller Dolomit. Er geht nach oben allmählich in einen helleren Dolomit über, der jedenfalls z. Th. noch zum alpinen Muschelkalk zu rechnen ist. Der Reichenhaller Dolomit ist stets wenig mächtig, selten mehr als 100 m. Gewöhnlich hat er ein luckiges Aussehen, ist häufig brecciös und dann schlecht gebankt; auch Kieselausscheidungen kommen vor. Ist er jedoch gut gebankt, so fehlt die brecciöse Structur. Versteinerungen sind selten; nur an wenigen Stellen habe ich Durchschnitte von *Chemnitzia*-artigen Gastropoden und schlecht erhaltene Diploporen gefunden. Der schwarze Dolomit ist sehr häufig nur in Form von Linsen an der Basis des Ramsaudolomites ausgebildet, in den er seitlich und nach oben allmählich übergeht. Als eine besondere Ausbildung der Dolomitfacies ist jene etwas kalkhaltige Schicht am oberen Höllgraben in der Nähe der Scharitzkehlalm bei Berchtesgaden zu erwähnen. Dieser kalkige Dolomit ist dunkelgrau bis dunkelbraun gefärbt, führt zahlreiche Crinoiden und einzelne Bivalven (*Cassianella*, *Pecten* etc.); die Crinoiden finden sich hauptsächlich in Bänken mit grösserem Kalkgehalt, die Bivalven im eigentlichen Dolomit. Ich kenne diese Facies an keiner weiteren Stelle, wir haben es offenbar mit einer localen Bildung zu thun.

Auch die bunten Kalke der Recoarostufe sind von geringer räumlicher Verbreitung, sie kommen im Berchtesgadener Faciesbezirk nur an zwei Orten vor: am Lärcheck bei Hallein und an der Schreyeralm bei Hallstatt. Es sind helle bis gelbe und röthliche marmorirte Kalke vom Typus der Hallstätter Kalke. Sie führen Ammoniten, Brachiopoden, Gastropoden und Bivalven. Dem Alter nach entsprechen sie ungefähr dem Ammoniten-Horizont von Reutte, d. h. der Zone des *Ceratites trinodosus*, doch sind in der Fauna bereits viele Elemente vorhanden, welche auf ein noch jüngeres Alter hinweisen. Leider ist das Unterlagernde der Schreyer Schichten oder Lärcheckkalke nicht bekannt, oder vielmehr sie werden scheinbar von mächtigen weissen Kalken unter-

lagert; am Lärcheck haben sich diese als Zillerkalk und somit als Plassenkalk — Tithon —¹⁾ herausgestellt, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die weissen Kalke unterhalb der Schreyeralm ebenfalls der Stufe des Plassenkalkes oder doch des Dachsteinkalkes angehören. Am Lärcheck scheinen die bunten Kalke der Recoarostufe durch Draxlehner Kalk, einer Facies der karnischen Hallstätter Kalke, überlagert zu werden; an der Schreyeralm liess sich bisher keine normale Ueberlagerung nachweisen.

Die Schreyerkalke²⁾ haben insofern eine grössere Wichtigkeit, als sie zeigen, dass nicht bloss die karnische und norische Stufe als bunte Kalke vom Typus der Hallstätter Schichten entwickelt sein können; man muss also bei der Altersbestimmung solcher Kalke mit grosser Vorsicht verfahren. Merkwürdig ist übrigens die Ueberlagerung durch die karnischen Draxlehner Kalke, die ladinische Stufe wäre also in den fossilarmen Bänken zwischen Draxlehner Kalk und der Bank mit den Ptychiten zu suchen. Dass die Schreyerkalke zu den jüngsten Theilen des alpinen Muschelkalkes gehören, wird bewiesen durch die theilweise Verwandtschaft ihrer Fauna mit derjenigen des Marmolatakalkes.³⁾

Eine weitere Facies der Recoarostufe ist diejenige der schwarzen Kalke, deren sich hier zwei verschiedene Arten unterscheiden lassen. Die eine ist der Reichenhaller Kalk, ein häufig dünnbankiger, meistens tief schwarzer, auf den Kluft- und Schichtflächen rostbraun verwitternder Kalk mit *Natica (Neritaria) stanensis* und *Modiola triquetra*; er ist zwischen dem Karwendel

¹⁾ SCHLOSSER, Die Trias um Hallein. Diese Zeitschr., p. 349.

²⁾ Mit diesem Ausdruck bezeichne ich der Kürze halber jene bunten Kalke mit *Ptychites flexuosus*.

³⁾ v. MOJSISOVIES (v. MOJSISOVICS, WAAGEN und DIENER, Gliederung d. pel. Sedimente d. Triassystems, p. 927) stellt den Marmolatakalk unter die Wengener Schichten, ohne Gründe dafür anzugeben. Dieses Vorgehen ist geeignet, bei Fachgenossen, welche sich nicht speciell mit Alpengeologie befassen, Misstrauen gegen die vortreffliche Arbeit SALOMON's zu erregen. SALOMON hat nachgewiesen, dass der Marmolatakalk die Buchensteiner Schichten überlagere; da wir nun in anderen Fällen über den Buchensteiner Schichten die Wengen-Cassianer Schichten finden, so wäre es doch wohl das Nächstliegende, anstatt eine eingeschaltete Kalkmasse anzunehmen, den Marmolatakalk als eine Facies der Wengen-Cassianer Schichten anzusehen; zu welchem Schluss SALOMON auch durch die Untersuchung der Fauna kam. v. MOJSISOVICS hat vorsichtiger Weise den Esinokalk, der mit dem Marmolatakalk altersgleich ist, aus seiner Tabelle fortgelassen, wir wissen aber, dass der Esinokalk zwischen den Raibler und Wengen-Cassianer Schichten resp. Muschelkalk liegt. Wollte v. MOJSISOVICS nun seine Meinung aufrecht erhalten, so müsste er an Profilen nachweisen, dass der Marmolatakalk von Wengener Schichten überlagert wird.

und Wien an zahlreichen Punkten nachgewiesen worden. An manchen Orten vertritt der Reichenhaller Kalk den ganzen alpinen Muschelkalk, wenn nicht anzunehmen ist, dass die Riffacies schon in der Recoarostufe beginnt, an anderen geht er nach oben in einen anderen schwarzen Kalk über, der sich durch Kieselausscheidungen und grau verwitternde Kluftflächen auszeichnet, man kann diesen füglich als Gutensteiner Kalk bezeichnen. Von dem alpinen Muschelkalk Ober-Bayerns nicht zu unterscheiden, findet sich auch an Localitäten, wo kein Reichenhaller Kalk entwickelt ist, der Gutensteiner Kalk, z. B. am Torrener Joch bei Berchtesgaden, dort wird er von hellen, rothen und bunten Dolomiten unterlagert. Leider ist der Gutensteiner Kalk ausserordentlich fossilarm, gewöhnlich findet man nur Stielglieder von *Encrinurus* cf. *liliiformis* und allenfalls Querschnitte von Brachiopoden in ihm.

5. Der Lunzer Faciesbezirk.

Wohl in keiner Gegend der Alpen ist der alpine Muschelkalk so eingehend studirt worden, wie im Lunzer Faciesbezirk, wo STUR, BITTNER und neuestens v. ARTHABER so genaue Untersuchungen angestellt haben, dass kaum noch Zweifel über die Gliederung des dortigen Muschelkalkes bestehen. Ueber den Werfener Schichten liegt dort der Reichenhaller resp. Gutensteiner Kalk, der seinerseits von den unteren Reiflinger Kalken, hornsteinreichen, schwarzen Kalken, welche dem oberbayerischen alpinen Muschelkalk ungemein ähnlich sind, überlagert wird. Sie vertreten nach v. ARTHABER¹⁾ die Zone des *Ceratites binodosus*, also etwa die Dolomitbank und den Brachiopoden-Horizont von Reutte. Darüber liegen die oberen Reiflinger Kalke, deren unterster Theil wohl der Zone des *C. trinodosus* entspricht. Am Gamsstein entdeckte BITTNER²⁾ in einem grauen, grünfaserigen Kalk *Ptychites flexuosus*, vermuthlich entspricht die Ablagerung dem Schreyerkalk. Im oberen Theil der Reiflinger Kalke finden sich Mergelschiefer mit *Halobia Lommeli*; diese würden also bereits die ladinische Stufe vertreten, sind aber in praxi kaum von den Reiflinger Kalken zu trennen. Wir kommen auf diese Schiefer in einem späteren Abschnitt zurück.

Im Allgemeinen weicht das Gestein der Recoarostufe im Lunzer Gebiet nicht bedeutend von dem der entsprechenden Schicht in Ober-Bayern ab, wie ja auch beide Faciesbezirke in inniger Beziehung zu einander stehen; was sich vielleicht noch besser

¹⁾ Die Cephalopoden-Fauna der Reiflinger Kalke. Beitr. d. Paläont. u. Geol. Oesterreich-Ungarns und des Orients, 1896, p. 1–17.

²⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1884, p. 262.

zeigen wird, wenn einmal das Gebiet Steyer und Abtenau genau bekannt sein wird.

e. Der Aflenzer Faciesbezirk.

Unsere Kenntniss dieses kleinsten der hier unterschiedenen Faciesbezirke beruht auf den Untersuchungen BITTNER's¹⁾ Die Entwicklung der Trias scheint derjenigen des Lunzer Bezirkes nicht ganz gleich zu sein. Der Muschelkalk ist durch Gutensteiner Kalk vertreten, der „nach oben in dunklen, weiterhin in helleren Dolomit übergeht“. Das darüber folgende knollige Gestein dürfte vielleicht bereits der ladinischen Stufe entsprechen.

C. Die ladinische Stufe.

(Partnachsichten, obere Reiflinger Kalke, Aonschiefer, Arlbergkalk und -dolomit, Wettersteinkalk und -dolomit, Ramsaudolomit, unterer Dolomit BITTNER u. GEYER.)

Der Name „ladinische Stufe“ wurde durch BITTNER für diejenigen Bildungen geschaffen, welche zwischen der Recoarostufe (einschliesslich der Buchensteiner Schichten) und den Raibler oder *Cardita*-Schichten liegen. Fast zu gleicher Zeit bezeichnete SALOMON denselben Complex als *Lommeli*-Schichten, doch gebührt dem von BITTNER aufgestellten Namen, der bereits von verschiedenen Seiten acceptirt wurde, die Priorität. Die ladinische Stufe ist wohl diejenige, welche den stärksten Facieswechsel aufweist, weshalb auch die Meinungen über das Alter dieser Ablagerungen bis auf die neueste Zeit stark von einander abweichen.

α. Bezirk der Bündner Facies.

Hier besteht wiederum ein kleiner Unterschied zwischen der Graubündener und der Vorarlberger Ausbildung. In Graubünden liegen im Hangenden des Muschelkalkes häufig schwarze, dünnbankige Kalke, welche mit schwarzen Mergeln wechsellagern; sie entsprechen jedenfalls genau den oberbayerischen Partnachsichten. Eine scharfe Grenze zwischen Muschelkalk und Partnachsichten existirt aber weder in der Bündner Provinz noch in den übrigen Theilen der Nordalpen, wie ich später zeigen werde. Die Partnachsichten in Graubünden enthalten häufig *Bactryllium Schmidti* (z. B. in der Val Triazza und an der Alp Sesvenna); andere Versteinerungen sind aus diesen Ablagerungen bisher nicht bekannt geworden. An anderen Stellen Graubündens scheinen die Part-

¹⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1887, p. 92; Ibid. 1888, p. 248; Ibid. 1890, p. 299; Ibid. 1896, Jahresber. d. Dir.

nachschichten als Dolomit ausgebildet zu sein, so dass man sie vom Arlbergkalk nicht trennen kann.

In Vorarlberg bestehen die Partnachschichten nach SKUPHOS aus grauschwarzen Kalkmergeln mit muscheligem Bruch, knolligen, dunklen oder hellen Kalken mit unregelmässigen Schichtflächen, grauschwarzen, kalkarmen Mergeln, blaugrauen, fettglänzenden Mergeln, grauschwarzen, dünnblättrigen Mergeln, hellgrauen, dünnschieferigen, kalkreichen Mergeln und hell- oder dunkelgrauen, mergeligen Kalken. Alle diese Gesteinsarten können mit einander vorkommen, doch ist das selten der Fall; gewöhnlich sind die Partnachschichten in Vorarlberg an den einzelnen Localitäten von ziemlich einförmiger petrographischer Beschaffenheit. Sie haben hier eine grössere Anzahl von Fossilien geliefert, unter denen die hauptsächlichsten folgende sind: *Bactryllium Schmidii*, *Spiriferina Lipoldi*, *Retzia Schwageri* var. *media*, *Rhynchonella faucensis*¹⁾, *Partanosaurus Zitteli*.

Während die Partnachschichten im eigentlichen Graubünden nicht sonderlich mächtig sind, soweit sich dies überhaupt bestimmen lässt, schwellen sie in Vorarlberg zu einer Mächtigkeit von durchschnittlich 150—200 m an.

Die ladinische Stufe ist in den meisten Theilen der Ostalpen aus einem unteren Mergelniveau und einer oberen Kalk- oder Dolomitmasse zusammengesetzt. In Graubünden ist gewöhnlich über den Partnachschichten eine Dolomitlage vorhanden, welche ich an anderer Stelle als Arlbergdolomit²⁾ bezeichnet habe, da sie vollkommen dem Arlbergkalk (Dolomit) Vorarlbergs entspricht. An einzelnen Stellen reicht die Dolomitmasse von den Partnachschichten bis zu den Raibler Schichten, entspricht also dem bayerischen Wettersteinkalk oder dem südtiroler Schlerndolomit; an anderen Stellen befindet sich zu unterst eine Bank von grauem, splitterigem Dolomit, nicht unter 10 m mächtig; darauf folgt eine Rauhacken-Sandsteinlage und dann nochmals

¹⁾ Ich habe verschiedene Male *Rhynchonella faucensis* ROTHPL. aus mehreren Localitäten sorgfältig untersucht und stets gefunden, dass sie echte Rhynchonellen-Cruren, sowie einen typischen Rhynchonellen-Schnabel besitzt; auch ist die Schale, wie ich durch zahlreiche Quer- und Längsschliffe nachgewiesen habe, niemals punktirt; ich muss also die generische Bestimmung: *Rhynchonella* aufrecht erhalten. BITTNER (Brach. d. alp. Trias, p. 205) rechnet zu *Rh. faucensis* zwei Exemplare aus den karnischen Hallstätter Kalken, welche punktirte Schalen aufweisen; die Exemplare wären also abzutrennen und neu zu benennen, umsomehr als sie ja aus einem höheren Horizont stammen. Jedenfalls kann man nicht auf Grund dieser Hallstätter Formen die Genusbestimmung der Art aus der ladinischen Stufe umstossen.

²⁾ l. c., Engadin, p. 611, 619.

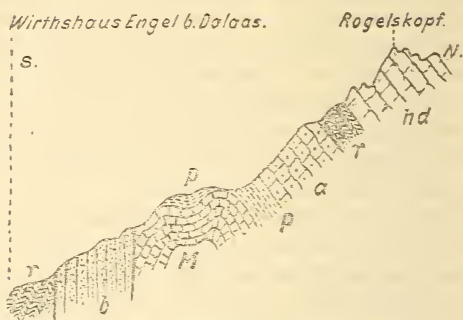
grauer, splitteriger Dolomit, der von dem unteren nicht zu unterscheiden ist. Ueber dieser Zone findet man dann regelmässig die Sandsteine, Schiefer und Rauhwacken der Raibler Schichten. Nicht selten ist auch die ganze ladinische Stufe durch Dolomit vertreten, so dass sich dann keine Unterabtheilungen machen lassen. Fossilien sind im Arlbergdolomit Graubündens bisher nicht gefunden, wenn man von einzelnen Bivalven-Querschnitten absieht. Ob die versteinierungsführenden Sandsteine und Kalke am Pass Sü Som zum Arlbergdolomit oder zu den Raibler Schichten gehören, liess sich bisher nicht nachweisen.

In Vorarlberg folgt über den Partnachschichten regelmässig eine gewöhnlich 300—400 m mächtige Kalk- oder Dolomitmasse, welche v. RICHTHOFEN als Arlbergkalk bezeichnete. SKUPHOS hat diese Schicht ohne triftigen Grund zu den Raibler Schichten gestellt. Wie ich bereits in meiner Arbeit über das Engadin auseinandergesetzt habe, ist jedoch diese Kalk-Dolomitzone sicherlich als Vertreter des Wettersteinkalks aufzufassen und somit zur ladinischen Stufe zu rechnen. Dass eine solche Zusammenfassung des Arlbergkalkes und der Raibler Schichten eine ganz künstliche ist, sieht jeder, welcher eines von den schönen, durch SKUPHOS beschriebenen Profilen besucht; da nun auch paläontologisch kein Grund vorliegt, beide Ablagerungen zu vereinigen, so halte ich sie hier getrennt und verweise im Uebrigen auf die Ausführungen in meiner Arbeit über das Engadin. Weshalb ich dagegen Partnachschichten und Arlbergkalk (oder Wettersteinkalk) im Gegensatz zu SKUPHOS in eine einzige Stufe stelle, werde ich gelegentlich der Besprechung des Wettersteinkalkes auseinandersetzen.

Der Arlbergdolomit ist häufig petrographisch dem Ramsauidolomit sehr ähnlich, besonders da, wo er Diploporen führt, was allerdings verhältnissmässig selten der Fall ist. Ein Profil, welches die Schichtenfolge zwischen Rhät und Muschelkalk sehr gut zeigt, bietet die Westseite des Thales, welches sich von Dalaas zum Formarinsee hinaufzieht. Dieses Profil ist von SKUPHOS beschrieben worden, doch hat er die beiden im Süden befindlichen Störungen, sowie den dazwischen auftauchenden Buntsandstein übersehen. Ich¹⁾ habe das berichtigte Profil bereits gegeben, bilde es jedoch hier nochmals ab. An diesem Profile sieht man, wie sich zwischen die Partnachschichten und die Raibler Schichten eine mächtige Dolomitmasse einschaltet, welche dem Wettersteinkalk Ober-Bayerns entspricht. Die Partnachschichten sind vom Arlbergdolomit scharf geschieden, ebenso aber auch die Raibler Schichten.

¹⁾ l. c. Engadin, p. 617.

Profil aus der Gegend von Dalaas gegen den Formarinsee
(Vorarlberg).



Maassstab 1 : 50000.

b = Buntsandstein. M = Muschelkalk.
p = Partnachschiehten. a = Arlbergdolomit.
r = Raibler Schichten. hd = Hauptdolomit.

β. Bezirk der oberbayerischen Facies.

Im oberbayerischen Gebirge und den sich anschliessenden nordtiroler Alpen entwickeln sich aus dem eigentlichen Muschelkalk nach oben mehr oder weniger dünnbankige, schwarze Kalke, welche zuweilen *Halobia* (*Daonella*) *partanensis* SCHARF, enthalten. Nach oben stellen sich allmählich schwarze Mergel ein, welche an Mächtigkeit zunehmen; doch sind immer noch dicke Kalkbänke eingelagert, welche reichlich grosse Hornsteinknollen führen. Diese Kalkbänke sind gewöhnlich nicht mehr tief schwarz, sondern bereits blauschwarz. Ferner stellen sich in diesen oberen Theilen helle bis dunkelgraue, knollige Kalke mit unregelmässigen Schichtflächen ein. Während die unteren Bänke der Partnachschiehten im Allgemeinen fossilarm sind, findet man in den oberen nicht selten Versteinerungen, und zwar in den Kalken gewöhnlich Brachipoden, vor Allem *Koninckina Leonhardi*, in den Mergeln Bivalven und zwar hauptsächlich Halobien.

An gewissen Stellen der bayerischen Alpen, so besonders in der Gegend von Füssen (Calvarienberg, Hutlerberg, Raitbachthal) sind die Mergel wenig mächtig und an ihrer Stelle treten blaugraue bis röthliche Kalke auf, welche nur selten gut gebankt sind; doch hat sich eine Regelmässigkeit in der Vertheilung dieser Kalk- und Mergelfacies bisher nicht nachweisen lassen. An anderen Localitäten, z. B. an der Schönleiten bei Hohenschwangau, sind nur dünnschieferige, graue bis graugrünliche Mergel mit

Bactryllium Schmidii vorhanden und zwar in einer Mächtigkeit von höchstens 20 m. Auf ihnen liegt ein heller Dolomit, den ich seinerzeit als Wettersteindolomit bezeichnet habe. Er lieferte Fossilien, welche auch in den Partnachschichten vorkommen, so dass man in Ansehung der geringen Mächtigkeit der Partnachmergel ihn wohl als dolomitische Ausbildung dieser Schicht bezeichnen könnte.

Auch im Karwendel scheinen die Partnachschichten rein kalkig ausgebildet zu sein. Sie sind fossilarm und nur die Schichten an der Lindlahn bei Mittenwald sind durch zwei von Herrn MAX КОСН¹⁾ 1890 gefundene Bivalven: *Halobia (Daonella) partanensis* und *H. (Daonella) cassiana* wohl charakterisirt.

Am Laubenstein (Chiemseegebiet) fehlen²⁾ die Partnachschichten gänzlich, wovon ich mich durch eigene Begehungen überzeugte.

Im Kaisergebirge sind nach ROTHPLETZ³⁾ Partnachschichten vorhanden, doch ist die Schichtbestimmung nicht durch paläontologische Funde gestützt.

Im Allgemeinen sind die Partnachschichten fossilarm, nur der Wendelstein hat reichere Funde geliefert; immerhin genügen die bisher bekannten Fossilien als Beweis dafür, dass die Partnachschichten ziemlich genau den Wengen-Cassianer Schichten Süd-Tirols entsprechen.

Die zweite wichtige Facies der ladinischen Stufe bildet in Ober-Bayern und Nord-Tirol der Wettersteinkalk. Er setzt dort die wichtigsten und höchsten Gipfelzüge zusammen, wie Gimpel, Metzenarsch, Gerenspitz in den Vilser Alpen, Säuling, Straussberg, Hochplatte in den Hohenschwangauer Bergen, fast sämtliche Gipfel des Mieminger und Wettersteingebirges sowie des Karwendels und Kaisergebirges. In der östlichen Region Ober-Bayerns ist er weniger verbreitet und bildet hauptsächlich nur einzelne Gipfel, wie Wendelstein, Kampenwand etc., lässt sich jedoch bis in die Gegend von Reichenhall verfolgen. Tektonisch und orographisch spielt er also ungefähr dieselbe Rolle wie der Dachsteinkalk in den Salzburger Alpen.

Der Wettersteinkalk hat in den Nordalpen einen ausserordentlich gleichförmigen petrographischen Habitus; er ist ein weisser, selten grauer oder bläulicher Kalk, der einen geringen

¹⁾ ROTHPLETZ, Die Perm-, Trias- und Jura-Formation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. Palaeontographica, XXXIX, 1892, p. 96, Anm.

²⁾ FINKELSTEIN, Der Laubenstein bei Hohenaschau. N. Jahrb. f. Min., 1888; Beil.-Bd. VI, p. 41, 42.

³⁾ Geol. Querschnitt, p. 141.

Thongehalt aufweist. Er besitzt sehr häufig Grossoolithstructur, welche ROTHPLETZ, wenigstens z. Th. als Algenbildung ansieht. Häufig ist der Wettersteinkalk zum grössten Theil aus fossilen Kalkalgen (Diploporen) zusammengesetzt, doch fehlt es auch nicht an Korallenbänken, ziemlich vereinzelt kommen aber auch andere Fossilien vor.

SALOMON hat nachgewiesen, dass der Wettersteinkalk ziemlich genau das gleiche Alter wie der Marmolatakalk besitzt. Dass er dem Schlerndolomit und Esinokalk äquivalent ist, beweist schon der Umstand, dass er ebenso wie diese durch Raibler Schichten überlagert wird. Ich glaube, dass heute wohl kaum noch Jemand ernstlich die Richtigkeit dieser Parallelisirungen bezweifelt, und es ist wohl ziemlich sicher, dass die paläontologische Untersuchung der Faunen des Wetterstein- und Esinokalkes das gleiche Resultat ergeben wird. Jedenfalls aber stimmen die Profile aus der Lombardei, Süd-Tirol und Ober-Bayern vollkommen darin mit einander überein, dass unter den Raibler Schichten eine Kalk- oder Dolomitmasse von beträchtlicher Mächtigkeit liegt.

Dass die Partnachsichten und der Wettersteinkalk zusammen eine einzige, die ladinische Stufe bilden, geht vor Allem daraus hervor, dass die Versteinerungen des Wettersteinkalkes, soweit sie bisher bekannt geworden sind, sich auch in den Partnachsichten oder den gleichwerthigen Cassian-Wengener Schichten finden, wobei wir allerdings von den Kalkalgen absehen müssen. Vor Allem muss darauf hingewiesen werden, dass Partnachsichten und Wettersteinkalk folgende Leitfossilien gemeinsam haben: *Koninckina Leonhardi*, *Rhynchonella faucensis*, *Halobia Lommeli*, *H. partanensis*, *H. cassiana*. Ausserdem weist die Fauna des Wettersteinkalkes, trotzdem wir heute erst wenige Species daraus kennen, eine Anzahl von Arten auf, welche sie mit den Cassianer Schichten gemeinsam hat. Sicherlich werden sich auch Arten finden, welche aus dem alpinen Muschelkalk bekannt sind, wissen wir doch bereits, dass im Wettersteinkalk *Spiriferina fragilis* (var. *incurvata* SAL.) und *Waldheimia* cf. *angusta* vorkommen.¹⁾ Zu einer richtigen Würdigung der Fauna der ladinischen Stufe wird man natürlich erst dann gelangen, wenn die Fossilien des Esinokalkes revidirt, die des Wettersteinkalkes beschrieben sein werden, und man sodann die Fauna aller dieser Ablagerungen mit jenen der Partnach-Wengen-Cassianer Schichten sowie des alpinen Muschelkalkes wird vergleichen können.

¹⁾ SALOMON, Marmolata, p. 107, 140.

Für die Zusammenfassung der Partnachsichten und des Wettersteinkalkes sprechen auch rein geologische Gründe. Wenn der Wettersteinkalk im Grossen und Ganzen eine Algenriffbildung ist, so steht zu erwarten, dass sie an einzelnen Stellen bereits über dem Muschelkalk beginnt, an anderen aber ganz fehlt. Ersteres ist der Fall am Laubenstein und vermuthlich noch an mehreren anderen Stellen der bayerischen Alpen. Dass der Wettersteinkalk im Gebiete von Lunz fehlt, resp. durch Mergelbildungen vertreten wird, wissen wir durch die Untersuchungen BITTNER's. Diese Mergelbildungen schliessen aber eine Fauna der Partnachsichten ein, woraus auf das Deutlichste hervorgeht, dass die Partnachsichten nur eine Facies des Wettersteinkalkes sind. Dass dabei sehr wohl ein Theil der Partnachsichten älter sein kann als ein Theil des Wettersteinkalkes oder, mit anderen Worten, dass jener diesen unterlagert, steht damit natürlich nicht im Widerspruch; diese beiden Theile verhalten sich zur ladinischen Stufe wie Lias α und Lias β zum unteren Lias; wir sind bisher nur nicht im Stande, innerhalb der ladinischen Stufe paläontologische Horizonte abzutrennen.

Was wir hier vom Wettersteinkalk gesagt haben, findet seine Anwendung auch auf den Arlbergkalk, da er der Lage nach genau dem Wettersteinkalk entspricht; wenn also der Wettersteinkalk mit den Partnachsichten in eine Stufe zu vereinigen ist, so ist dasselbe mit dem Arlbergkalk der Fall, wenn uns hierbei auch nicht Fossilfunde aus dem Arlbergkalk unterstützen.

γ. Bezirk der Berchtesgadener Facies.

Die ladinische Stufe ist in diesem Bezirk einheitlich ausgebildet; sie besteht aus hellen bis grauen Dolomiten, welche jedenfalls zum grössten Theil durch Kalkalgen gebildet sind. Mergel haben sich hier bisher nicht gefunden, die Riffbildung begann theils schon nach Ablagerung der Werfener Schichten, theils nach Ablagerung des Muschelkalkes und hielt bis zu den Raibler Schichten, ja an manchen Stellen bis zur Zeit des Dachsteinkalkes an. Selten findet man andere Fossilien als Diploporen, nur hin und wieder kommen Nester von Cephalopoden und Bivalven oder Gastropoden vor. Eine einzige Fundstelle bei Berchtesgaden hat sicher bestimmbare, gut erhaltene Fossilien geliefert, und diese gehören sämmtlich Arten an, welche aus dem Marmolata- und Esinokalk bekannt geworden sind.

Die hier besprochene Dolomitablagerung bildet eine Reihe von Riffen resp. ein Barriereriff von einer Ausdehnung, wie sie wohl kaum ein anderes Riff der Alpen erreicht. Jedenfalls haben wir in der Berchtesgaden-Salzburger Gegend die Stelle zu suchen,

wo die Riffbildung in der Zeit des Muschelkalkes begann; in der Zeit der ladinischen Stufe breitete sich das Riff nach Norden und Westen aus, und erst in der Raibler Periode trat in den gesamten Nordalpen eine Unterbrechung in der Riffbildung ein.

δ. Bezirk der Lunzer Facies.

Aus den Reiffinger Kalken „entwickeln sich gegen aufwärts ziemlich rasch sehr dunkel gefärbte. lagenweise vollkommen kieselige, theilweise fast blätterige. mergelige Kalke und dünne, harte, klingende Kalkplatten.“ So schildert BITTNER jene Lagen, welche die ladinische Stufe im Gebiete von Gross-Reifling vertreten. Im Einzelnen unterscheidet v. ARTHABER mehrere Bänke; nach ihm liegen in dem oberen Theil der Reiffinger Kalke Einschaltungen von Mergeln, welche rasch an Mächtigkeit gewinnen und dann Zwischenlagen von hellerem Kalk aufweisen. Die Mergel enthalten Posidonomyen, *Halobia* sp., *H. Lommeli* WISSM., *Waldheimia* cf. *Eudora* LAUBE, *Anolcites* cf. *doleriticus* MOJS., *Protrachyceras* cf. *regoledanus* MOJS., *Atractites* nov. sp. Weiter nach oben werden die Kalkbänke mächtiger, und einige Bänke vom Aussehen des Reiffinger Kalkes schliessen nach v. ARTHABER die Mergelserie ab. Es folgen blaugraue, ebenflächige, thonige, harte Kalke mit einem eingelagerten Mergelschiefer-Niveau, welches *Halobia intermedia* MOJS. enthält. An anderen Stellen fehlen die Mergelschiefer, und über den lichten Knollenkalken folgen schwarze ebenflächige, sehr dünnbankige Kalke mit Lagen von Kieselkalk (Aonschiefer). Diese Schicht enthält in Mengen *Posidonomya wengensis*, *Trachyceras Aon* MSTR., *Protrachyceras Archelaus* LAUBE und *Voltzia heterophylla* SCHIMP. u. MONG. Damit schliesst bei Gross-Reifling die ladinische Stufe ab. Dass die hier geschilderte Serie den oberbayerischen Partnachschichten und Wettersteinkalk vertritt, ist ganz sicher, schon aus geologischen Gründen, weil nämlich jedesmal die Unterlage die Zone des *Ceratites trinodosus* bildet, während im Hangenden die Raibler Schichten folgen. Diese Anschauung wird dadurch bestätigt, dass BITTNER²⁾ in den besprochenen Schichten bei Scheibbs *Koninckina Leonhardi* WISSM. auffand. Es ist auch wohl kaum noch daran zu zweifeln, dass die oberen Reiffinger Kalke zusammen mit den Aonschiefern das Niveau der Cassian-Wengener Schichten mit Einschluss des Schlerndolomites (Marmolatakalk, Esinokalk) vertreten. Mir scheint hier BITTNER fast zu vorsichtig zu sein,

¹⁾ Ich folge hier hauptsächlich den Ausführungen STUR's, BITTNER's und v. ARTHABER's; bereits der ältere der drei Autoren hat mit grosser Klarheit die hier beschriebenen Verhältnisse auseinander gesetzt.

²⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1891, p. 321.

wenn er diese Parallelisirung noch als fraglich bezeichnet; *Köninckina Leonhardi* WISSM. dürfte hier wohl ausschlaggebend sein, umso mehr als dieses Fossil eine geringe verticale Verbreitung hat und deshalb als vortreffliches Leitfossil anzusehen ist. Als besonders wichtig ist auch anzuführen, dass BITTNER¹⁾ bei Weyer in einer Schicht, welche äusserlich den Eindruck der oberen Reifinger Kalke macht, eine Fauna auffand, welche alle Haupttypen der Partnachschichten vom Wendelstein führt; leider ist die Lagerung eine unklare, so dass sich nicht mit Sicherheit bestimmen liess, welche Schichten über den fossilführenden Horizont folgen; indess scheint nach BITTNER ein dem Wettersteinkalk entsprechendes, local entwickeltes Kalkniveau zu folgen.

Von noch grösserer Wichtigkeit ist jedoch eine Beobachtung, welche BITTNER²⁾ bei Kaltenleutgeben in der Nähe von Wien machte. Bereits TOULA³⁾ hatte hier das Vorkommen von Bactryllien constatirt, auch ist der Ort als Fundstelle von Muschelkalkfossilien bekannt geworden. BITTNER beobachtete nun Folgendes: Ueber dem oberen alpinen Muschelkalk (Reifinger Schichten) mit *Rhynchonella trinodosi* BITTN. liegen helle oder grünlichgraue, weiche Mergelschiefer, in welche sich Linsen von härterer, kalkigerer, schieferiger Beschaffenheit einschalten, sodann eine kurze, dicke Kalklinse, über diese ein wenige Zoll mächtiger, gelblich verwitternder, plattiger Mergelschiefer, der lebhaft an die Aonschiefer bei Mödling erinnert. Darüber folgen die Raingrabener Schiefer mit *Halobia rugosa*. In den festen Bänken des unteren Mergelhorizontes, der die Bactryllien enthält, fand BITTNER *Köninckina Leonhardi* WISSM. Das Gestein ähnelt, wie BITTNER hervorhebt, auffallend den Köninckinen-Bänken der Partnachschichten. Diese Beobachtung ist besonders deshalb wichtig, weil sie zeigt, dass die oberen Theile der Reifinger Kalke und die Aonschiefer durch eine petrographisch verschiedene Ablagerung ersetzt werden; und während man sonst in den Reifinger Kalken nur schwer die ladinische Stufe von der Recoarostufe petrographisch trennen kann, wurden hier die oberen Reifinger Kalke durch eine ganz verschiedene Facies verdrängt.

Sonach weist die ladinische Stufe im Gebiete der Lunzer Facies der Hauptsache nach eine mergelig kalkige Ausbildung auf, welche derjenigen des alpinen Muschelkalkes derselben Gegend sehr ähnelt. Nur im Osten tritt ein verschiedenes Mergelniveau auf.

¹⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1892, p. 301.

²⁾ Ibidem, 1893, p. 161.

³⁾ Ibidem, 1879, p. 275.

Jene in Ober-Bayern eine so hervorragende Rolle spielenden Algenriffe (Wettersteinkalk) sind im Lunzer Gebiet nicht zu finden. Nur an einer Stelle, nämlich bei Weyer, scheint sich eine Kalkmasse über den Mergeln einzustellen. Leider ist, wie schon an anderer Stelle bemerkt, die Gegend zwischen den Bezirken der oberbayerischen und der Lunzer Facies, d. h. fast die ganze Strecke zwischen Salzburg und Steyer so gut wie unbekannt, oder es liegen wenigstens keine genaueren Untersuchungen vor, so dass wir heute nicht einmal mit Sicherheit angeben können, wo die Wettersteinkalke verschwinden.

e. Bezirk der Aflenzer Facies.

Dieser kleine, aber wichtige Bezirk, den wir durch BITTNER'S Untersuchungen kennen gelernt haben, weist in seinem östlicheren Theile bei Aflenz selbst über dem eigentlichen alpinen Muschelkalk „dunkle, mit schieferigen, mergeligen Zwischenlagen wechselnde Gesteine“ auf, von denen man vermuthen kann, dass sie die ladinische Stufe vertreten; doch ist die Stufe bisher paläontologisch dort nicht nachgewiesen. Besser steht es im westlicheren Theile, südlich vom Gesäuse. Dort hat BITTNER schon vor Jahren Koninckinen entdeckt, von denen er glaubte, sie lägen in den Raibler Schichten; neuerdings jedoch wies BITTNER¹⁾ an einem besser aufgeschlossenen Profile folgende Schichtenserie nach: zu unterst liegen dunkle Kalke und Mergel; in den obersten Bänken fand BITTNER *Koninckina Leonhardi* WISSM., *Koninckella triadica* BITTN. und *Rhynchonella lingularis* BITTN. (= *Rh. lunata* GÜMB. var. *lingularis*). Die ersten beiden Arten sind in den Cassianer Schichten häufig; die letztere steht der *Rh. linguligera* aus den Cassianer Schichten nahe. Ueber diesen Schichten liegen direct die Raingrabener Schiefer (Raibler Schichten) mit *Halobia rugosa* GÜMB., auf letzteren dann die Hüpfinger Kalke, welche den Reifinger Kalken ähnlich sind und dadurch leicht zu der Ansicht verführen konnten, dass eine überkippte Schichtenserie vorläge, umsomehr als es BITTNER erst in der neuesten Zeit gelungen ist, die oben genannten Fossilien im Anstehenden zu entdecken. Der Umstand, dass *Koninckina Leonhardi* WISSM. auch hier nur in den Schichten vorkommt, welche unter den Raibler Schichten liegen, giebt uns einen neuen Beweis dafür, dass die Art ein ausgezeichnetes Leitfossil ist.

Algenriffe fehlen auch in diesem Faciesbezirk, worauf schon BITTNER nachdrücklich hingewiesen hat; wir haben hier eine schmale, rifffreie Zone zwischen den Centralalpen und dem nördlichen Riffdistrict.

¹⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1896 (Jahresber. d. Directors), p. 18, 19.

D. Raibler Stufe (*Cardita*-Schichten).

(Raibler Schichten, *Cardita*-Schichten, Reiselsberg-Sandstein SCHAFHÄUTL z. Th., Raingrabener Schiefer, Opponitzer Kalk, *Halobia rugosa* - Schiefer, Lunzer Sandstein, Lünser Schichten, Haller Schichten ROTHPLETZ, karnische Hallstätter Kalke.)

Die Besprechung dieses Horizontes wird uns in mancher Beziehung durch die zusammenfassende Arbeit v. WÖHRMANN's¹⁾ erleichtert, worin der mühevollen, aber verdienstliche Versuch gemacht wird, die Raibler Schichten in weitere Unterhorizonte zu gliedern. Doch kann ich v. WÖHRMANN darin nicht ohne Weiteres folgen, weil seine Unterstufen mir für die Nordalpen wenigstens nicht genügend begründet erscheinen. In den meisten Fällen musste er sich auf Angaben in der Literatur stützen; hätte er die Raibler Schichten aus den Alpen südlich des Chiemsee oder aus dem Gebirge von Hohenschwangau gekannt, so wäre er vermuthlich dahin gelangt, einzusehen, dass sich hier seine Stufengliederung nicht durchführen lasse. Auch seine Deutung der Schichten in Graubünden wird wohl kaum aufrecht zu halten sein. Schon in Beziehung auf die Salzburger Kalkalpen musste v. WÖHRMANN seine Zuflucht zu tektonischen Störungen nehmen, um die geringe Mächtigkeit der *Cardita*-Schichten zu erklären; hätte er die Gegend aus eigener Anschauung gekannt, so würde er jene Vermuthung wohl kaum ausgesprochen haben. Ich muss schon hier der Ansicht Ausdruck geben, dass wohl kaum in einer anderen Schicht der Alpen, die Koessener Schichten ausgenommen, ein so starker Facieswechsel herrscht, wie in den Raibler Schichten. Vielleicht werden sich paläontologisch an einzelnen besonders gut aufgeschlossenen Profilen Unterstufen erkennen lassen, dem kartirenden Geologen wird es jedoch wohl kaum jemals gelingen, Unterstufen der Raibler Schichten auszuscheiden, wobei ich allerdings das Lunzer Gebiet als ein besonders gut gegliedertes annehmen muss. Am ehesten lässt sich noch eine untere und obere Abtheilung²⁾ erkennen, aber jene complicirte Reihenfolge von Horizonten, welche v. WÖHRMANN in Nord-Tirol und Ober-Bayern unterscheidet, wird sich schwerlich auf weitere Strecken hin verfolgen lassen.

α. Bezirk der Bündener Facies.

Die Raibler Schichten sind in Graubünden im Allgemeinen als rothe und gelbe Sandsteine, rothe, sandige Schiefer und gelbe

¹⁾ Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1893, p. 617—768.

²⁾ v. WÖHRMANN, l. c., p. 693, 694.

Rauhwacken ausgebildet, sehr häufig trifft man auch nur Rauhwacken in diesem Horizont an. Sichere Raibler Fossilien sind bisher in Graubünden nicht bekannt geworden. Zwar kommen am Ofen Pass¹⁾, auf der Seite gegen Cierfs hin, sandige, dunkle Kalke und gelbe bis dunkle Sandsteine vor, in denen man sehr häufig Durchschnitte von Megalodonten und ?*Gonodon* trifft, doch hat sich bisher nicht feststellen lassen, ob diese Sandsteine und Kalke dem Arlbergkalk oder den Raibler Schichten angehören. Fossilreicher werden die Raibler Schichten in Vorarlberg, obgleich auch dort bei Weitem nicht so grosse Faunen und Floren wie in Bayern — Nord-Tirol vorkommen. SKUPHOS²⁾ fand nur 3 Species, nämlich *Myophoria fissidentata* WÖHRM., *Megalodon triqueter* WULF. und *Pterophyllum longifolium*. Auch ESCHER VON DER LINTH fand nur Pflanzenreste. Der von SKUPHOS erwähnte untere Kalk- oder Dolomit-Horizont gehört, wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, nicht zu den Raibler Schichten; die darin vorkommenden kleinen Megalodonten sind sicherlich nicht mit *Meg. triqueter* identisch, was schon v. WÖHRMANN hervorgehoben hat. Vielmehr bildet die untere Kalk-Dolomitmasse einen guten constanten Horizont, der als Arlbergkalk genau dem oberbayerischen Wettersteinkalk entspricht und demzufolge der ladinischen Stufe angehört. SKUPHOS hat die Mächtigkeit der Raibler Schichten + Arlbergkalk unterschätzt, wenn er als höchste Zahl 300 m angiebt; in seinen Profilen von Dalaas zum Formarinsee z. B.³⁾, in welchem die Partnachsichten viel zu mächtig eingezeichnet sind (siehe Profil p. 708 dieser Arbeit) haben die Raibler Schichten + Arlbergkalk eine Mächtigkeit von 500—700 m und ebenso steht es mit den übrigen von SKUPHOS gegebenen Profilen, in denen fast stets die Partnachsichten viel zu mächtig gezeichnet sind. Der Arlbergkalk hat fast überall eine Mächtigkeit von 300 bis 500 m, so dass für die Raibler Schichten ungefähr 150 bis 200 m bleiben. In Beziehung auf die Schichtenfolge unterscheidet SKUPHOS von unten nach oben folgende Unterstufen innerhalb der Raibler Schichten:

1. hellbraune Sandsteine mit Pflanzenresten,
2. schmutziggraue Mergel mit dünnbankigen Kalken,
3. dunkelgrauer, fester Kalk, welcher auch in Dolomit mit *Megalodon triqueter* übergeht,
4. Kalk, Sandsteine, Mergel, Gyps und Rauhwacken.

Hier muss man jedoch hinzufügen, dass diese Reihenfolge

¹⁾ BÖSE, Zur Kenntniss d. Schichtenfolge im Engadin, p. 578, 612.

²⁾ Partnachs. i. Vorarlberg, p. 155.

³⁾ SKUPHOS, l. c., p. 161.

keineswegs constant ist, sondern dass häufig die Raibler Schichten fast nur aus Rauhwacken bestehen, oder dass einer der beiden Sandsteinzüge fehlt, oder aber dass nur zwei Sandsteinlagen und dazwischen eine wenig mächtige Kalklage vorhanden ist. v. RICHTHOFEN hat jedenfalls einen grossen Theil der Raibler Schichten zum Arlbergkalk gezogen, was aus seiner Beschreibung dieser Ablagerung deutlich hervorgeht; immerhin hat er bereits gesehen, dass eine Scheidung in zwei Stufen: Arlbergkalk und Raibler Schichten möglich sei. Auch die Gyps- und Rauhwacke-Formation v. MOJSISOVICS' dürfte nichts Anderes als ein Theil der Raibler Schichten sein. Ich habe schon in meiner Arbeit über die Schichtenfolge des Engadin darauf hingewiesen, dass in Graubünden die Sandsteinbildung bereits in der ladinischen Stufe begonnen habe, immerhin will ich dies hier doch ein wenig beschränken, insofern man auch an eine starke Reduction der Kalkmassen in der ladinischen Stufe glauben könnte (etwa wie in Judicarien), indess hat meine früher ausgesprochene Anschauung manches für sich. Im westlichsten Vorarlberg scheint dann ebenfalls die Sandsteinbildung früher begonnen zu haben, als im östlichen, doch sind diese Verhältnisse immer noch nicht genau genug untersucht. Soweit meine Untersuchungen reichen, wird gegen Westen die Mächtigkeit des Arlbergkalkes reducirt, dagegen nimmt die der darüber lagernden sandigen Schichten zu.

3. Bezirk der oberbayerischen Facies.

Die Raibler Schichten sind in Ober-Bayern und Nord-Tirol an einigen Stellen sehr genau untersucht worden. v. WÖHRMANN¹⁾ stellte für die bayerischen und nordtiroler Alpen folgende Schichtenreihe als Norm auf:

Hauptdolomit.

2. Oberer Horizont (Torer Schichten), Wechsel von Kalk, Dolomit, Rauhwacke und Mergelbänke.
1. Unterer Horizont.
 - c. Oberer Mergelzug.
 - b. dolomitisch kalkiger Zug.
 - a. unterer Mergelzug.

Wettersteinkalk.

Der untere und der obere Mergelzug werden aus Schieferletten und Sandsteinen zusammengesetzt. v. WÖHRMANN hat auf diese Reihenfolge der Gesteine hin ziemlich weitgehende Schlüsse

¹⁾ Die Fauna der sog. *Cardita*- und Raibler Schichten in den nordtiroler und bayerischen Alpen. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1889, p. 255.

gezogen. Ich habe s. Z. für die Hohenschwangauer Alpen ein Profil gegeben, welches sich schon nicht mehr ganz mit dem von v. WÖHRMANN aufgestellten Schema deckt:

Hauptdolomit.

- | | | | |
|----------------------------|---|---|---|
| 2. | { | bräunliche, thonige Kalke mit <i>Ostrea montis caprilis</i> , | |
| heller bis grauer Dolomit, | | | |
| | { | blaugraue Kalke. | |
| | | | |
| 1. | { | c. gelbbraune Sandsteine mit Pflaurenresten, | |
| | | b. { Rauhwanke und mürber Dolomit. | |
| | | { gelblicher, eisenschüssiger Dolomit. | |
| | | a. gelbbraune Sandsteine mit Pflanzenresten, | |
| | | | helle, hornsteinführende Kalke mit <i>Sphaerocodien</i> |
| | | | und <i>Cardita Guembeli</i> . |

Der untere, nicht unbeträchtliche, helle Kalk, welcher vom Wettersteinkalk nur schwer zu trennen ist, wird von v. WÖHRMANN nicht berücksichtigt, doch ist er im Karwendel z. B. ziemlich constant zu finden, ebenso wie bei Hohenschwangau. ROTH-PLETZ¹⁾ sagt auch ganz richtig: „Nach der Vertheilung der häufigsten Versteinerungen kann man eine Reihe von Horizonten unterscheiden: die *Cardita*-, die Austern-, die *Pentacrinus*-Bänke und die *Megalodon*-Kalke In den nördlicheren Theilen unseres Gebietes sind die versteinungslosen Rauhwancken oft in einer Weise vorherrschend, dass man die anderen Horizonte entweder nur zum Theil oder gar nicht mehr nachweisen kann. Es spricht dies dafür, dass letztere keine Bildungen von grösserer Ausdehnung und Tragweite sind, womit auch in Uebereinstimmung steht, dass ihre Aufeinanderfolge an den verschiedenen Orten eine verschiedene ist. So liegt am Haller Anger der *Cardita*-Horizont unter den Austernbänken und am Ueberschall über diesen der *Megalodon*-Kalk, während am Lerchenstock letzterer zu unterst und *Cardita*- und Austernbänke mit einander vereint scheinen. Bei der Erzgrube liegen ebenso die *Pentacrinus*-Stielglieder im selben Lager wie die *Cardita*-Schalen, während beide am Lerchenstock noch zeitlich von einander getrennt sind.“ In einem vollständigen Profil am Wendelstein fand FRAAS²⁾:

Hauptdolomit.

- 50 m dünnbankigen Kalk mit *Ostrea montis caprilis*,
 - 100 m Rauhwancken und dolomitische Kalke,
 - 70 m dünnplattige braune Sandsteine mit Thonbänken.
- Wettersteinkalk.

¹⁾ Das Karwendelgebirge, p. 24.

²⁾ Das Wendelsteingebiet, p. 29.

Ganz anders ist die Ausbildung an dem vom Wendelstein nicht sehr entfernten Laubenstein. Hier liegt nach FINKELSTEIN¹⁾ über dem Wettersteinkalk „ein dünnplattiger, mergeliger, grauer Kalk mit flachmuscheligen Bruch und durchzogen von reichlichem Kalkspathgeäde. Stellenweise tritt zwischen seinen Schichtflächen ein schwärzlicher, in kleine Brocken zerfallender Schieferthon auf, dessen Verwitterung einen gelben Lehm liefert. Die Dicke dieses Belages erreicht nur wenige Centimeter. Weiterhin ist eine gelbe, grosszellige, dolomitische Rauhwaacke hierher zu zählen. Die Mächtigkeit beträgt nur wenige Meter.“ An der Kampenwand dagegen, welche in der Fortsetzung des Laubensteins liegt, bestehen die Raibler Schichten fast nur aus sehr versteinungsarmen Mergeln, während noch weiter nach Osten, am Hochfelln, eine mächtige Rauhwaacke fast allein die Raibler Schichten zu vertreten scheint.

Am Rauschberg²⁾ zwischen Hochfelln und Reichenhall finden wir folgende Serie von Gesteinen:

Hauptdolomit.

- | | | |
|--------------------|---|---|
| Raibler Schichten. | { | 4. grauschwarze Kalke mit Hornstein und Mergel mit Sphaerocodien-Bank, |
| | | 3. grauschwarze Kalke und braune Mergel mit <i>Ostrea montis capsilis</i> etc. (sehr fossilreich), |
| | | 2. weisse bis graue, hornsteinreiche Kalke und Dolomite mit <i>Megalodus triqueter</i> u. a. Fossilien, |
| | | 1. graue, plattige Mergel und rothbraun verwitternde Sphaerocodien-Kalke. |

Wettersteinkalk.

Aus den vorher geschilderten Verhältnissen geht hervor, dass eine Eintheilung der Raibler Schichten in mehrere Horizonte kaum durchzuführen ist. Vielleicht wäre es möglich, in dem hier zu besprechenden Bezirk die oberen Ostreenbänke von den unterlagernden Schichten zu trennen, doch wäre bei der sehr geringen Mächtigkeit der Raibler Schichten (sie erreichen nur selten eine solche von 200 m) sowie der gewöhnlich recht mangelhaften Aufschlüsse eine kartographische Ausscheidung der beiden Horizonte kaum möglich.

v. WÖHRMANN hat schon in seiner früheren Arbeit über die Raibler Schichten nachzuweisen versucht, dass sein unterer Horizont sehr viele Cassianer Typen enthalte, während der obere

¹⁾ Der Laubenstein, p. 43.

²⁾ v. GÜMBEL, Bayerisches Alpengebirge, p. 263; siehe auch Theil I vorliegender Arbeit.

deren bedeutend weniger aufwies. ROTHPLETZ¹⁾ hat daraufhin versucht, den v. WÖHRMANN'schen Horizont a (unterer Mergelzug) abzutrennen und der ladinischen Stufe (norische Stufe ROTHPLETZ) unter dem Namen Haller Schichten anzufügen. Diese Abtrennung basirt auf den Bestimmungen v. WÖHRMANN's. Nun wird jedoch neuerdings durch BITTNER²⁾ darauf aufmerksam gemacht, dass eine ganze Reihe von Formen der *Cardita*-Schichten, von denen v. WÖHRMANN glaubte, sie kämen auch in den Cassianer Schichten vor, selbständige Arten sind, welche sich in den Cassianer Schichten nicht finden. Ich erwähne hier nur *Gonodon Mellingeri* (R)³⁾, *Opis Hoeninghausi* (C), *Cardita crenata* (C), *Hoernesia Joannis Austriae* (R), *Myophoria decussata* (C), *Myophoriopsis lineata* (C), *Macrodon strigillatus* (C); alle diese wichtigen Arten gehören stets nur einer der beiden Schichten an. Dass eine Anzahl von Arten aus der ladinischen in die Raibler Stufe übergeht, ist nicht wunderbar. Derartiges ist ja bei allen aufeinanderfolgenden Stufen beobachtet; der Habitus der beiden Faunen bleibt doch ein ganz verschiedener, was besonders hervortritt, wenn man die Brachiopoden betrachtet; dass einzelne Arten, wie *Spirigera Wissmanni* und *Sp. indistincta*, beiden Schichten gemeinsam sind, beweist natürlich nichts.

v. WÖHRMANN hat den Namen „Haller Schichten“ nicht acceptirt; wenn aber, wie aus seinen Bestimmungen hervorgehen würde, der untere Horizont der *Cardita*-Schichten eine Cassianer Fauna enthielte, so hätte man unbedingt die Abtrennung des Niveaus vornehmen müssen. Dies hat SALOMON auch eingesehen und im Vertrauen auf die Richtigkeit der Bestimmungen v. WÖHRMANN's den Namen Haller Schichten acceptirt. Nachdem jedoch von Seiten BITTNER's die oben erwähnten Zweifel an jenen Fossilbestimmungen geäußert wurden, wird die Neuuntersuchung der Raibler Fauna durch BITTNER abgewartet werden müssen, bevor man ein Urtheil über das Verhältniss der Raibler zur Cassianer Fauna wird fällen können. Gegen die Abtrennung des unteren Theiles der Raibler Schichten sprechen jedoch auch geologische Gründe. Vor Allem wird die Trennung sich in der Praxis wohl kaum jemals durchführen lassen, einige besonders günstige Localitäten ausgenommen. Ferner beginnt mit den Sandsteinbildungen über dem Wettersteinkalk sicherlich ein wichtiger neuer Abschnitt in der alpinen Trias, so dass man unmöglich die Grenze zwischen

¹⁾ Querschnitt durch die Ostalpen.

²⁾ Revision der Lamellibranchiaten von St. Cassian. Abh. k. k. geol. R.-A., 1895, XVIII

³⁾ Die Buchstaben (C) und (R) beziehen sich auf das Vorkommen der Art in den Cassianer oder den Raibler Schichten.

der ladinischen und der Raibler Stufe mitten in diese Sandsteine hinein verlegen kann, ebensowenig wie man die Grenze zwischen Werfener Schichten und Muschelkalk in die dunklen Kalke über den Schichten mit *Naticella costata* verlegen darf.¹⁾

γ. Bezirk der Berchtesgadener Facies.

In diesem Bezirke sind die Raibler Schichten von der allergrössten Wichtigkeit, wie schon BITTNER erkannt hat, der deshalb sein Hauptaugenmerk in dieser Gegend stets auf die Entdeckung der *Cardita*-Schichten gerichtet hat; sie geben uns

¹⁾ Es bleibt noch eine Notiz bei v. GÜMBEL (Geologie v. Bayern, II, p. 1183 [Nachträge u. Druckfehler]) zu berichtigen. An der citirten Stelle heisst es nämlich: „Meine im letzten Sommer an Ort und Stelle vorgenommene Untersuchung hat die in neuerer Zeit vielfach ausgesprochene Ansicht bestätigt, dass der Pflanzenreste führende Sandstein von Klais nicht den Partnach-, sondern den Raibler Schichten angehört.“ Die Pflanzensandsteine, von denen hier die Rede ist, haben insofern eine Rolle in der alpinen Literatur gespielt, als sie, die v. GÜMBEL für Partnachschichten hielt, eine Flora aufweisen, welche er als Lettenkohleflora deutete; v. GÜMBEL liess deshalb mit den Partnachschichten den Keuper beginnen. Auch von Weissenbach (besser Gachtpass) beschreibt v. GÜMBEL Partnachsandsteine mit Lettenkohleflora. (Seither ist diese Flora von Ferchenbach und Gachtpass durch SCHENK und STUR anders gedeutet worden.) v. RICHTHOFEN (Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol, II, p. 131) hat bereits 1862 gezeigt, dass die Sandsteine am Gachtpass zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit liegen, welche Ansicht durch v. WÖHRMANN (*Cardita*- und Raibler Schichten in den nordtiroler und bayerischen Alpen, p. 241) und ROTHPLETZ (Querschnitt durch die Ostalpen, p. 35) neuerdings bestätigt wird; ich habe mich von der Richtigkeit dieser Deutung der Lagerungsverhältnisse durch einen zweimaligen Besuch der Localität überzeugt. Es blieb also nur die Localität Ferchenbach-Klais bei Partenkirchen übrig. Nun hatte man jedoch an keiner Stelle der bayerischen Alpen bei genaueren Untersuchungen Sandsteine in den Partnachschichten gefunden, deshalb konnte v. WÖHRMANN (l. c. p. 243) mit Recht schon 1889 die Anschauung vertreten, dass die Sandsteine von Klais etc. den Raibler Schichten angehören. Im Jahre 1891 machte Herr Prof. A. ROTHPLETZ mit seinen Schülern eine mehrtägige Excursion an den Ferchenbach, wobei die Gegend auf Katasterblättern kartirt wurde. An dieser Excursion nahm auch SKUPHOS Theil, der später nochmals am Ferchenbach Untersuchungen anstellte und durch Fossilfunde die Resultate jener Excursion bestätigte. Er publicirte sodann in seiner Arbeit über die Partnachschichten Bayerns und Nord-Tirols die gewonnenen Resultate, gab ein Profil durch die Gegend und constatirte durch Fossilfunde, dass die weissen, von v. GÜMBEL für Wettersteinkalk gehaltenen Kalke den Raibler Schichten angehören, dass sie von Sandsteinen unter- und überlagert werden, sowie dass über dem ganzen Complex der Hauptdolomit liegt. Man hat es also seit SKUPHOS' Publication mit feststehenden Thatsachen zu thun.

nämlich den einzigen Anhalt zur Gliederung jener mächtigen Dolomit- und Kalkmassen, welche in dem Bezirk der Berchtesgadener Facies die Hauptmasse der Trias zusammensetzen.

a. Normale Ausbildung.

Die Raibler Schichten gliedern sich hier zumeist in einen unteren, mergeligen oder kalkigen und in einen oberen, dolomitischen Horizont. Dass jener der Raibler Stufe angehört, beweisen die Fossilien. Die Dolomite dagegen sind fossilieer. Da sie jedoch keine Aehnlichkeit mit dem Hauptdolomit haben, dieser vielmehr durch die mächtige Masse des Dachsteinkalkes vertreten wird, und da ferner die Mergel und Kalke der Raibler Stufe hier sehr wenig mächtig sind, so sind wir wohl berechtigt, in den Dolomiten die Vertretung der v. WÖHRMANN'schen Torer Schichten zu sehen, umsomehr als der meistens wenig mächtige Dolomit scharf vom Dachsteinkalk getrennt ist.

Gewöhnlich liegt über dem Ramsaudolomit eine wenig mächtige (oft kaum mehr als 0,5—2 m) Bank von Mergeln, Sandsteinen und blaugrauen Kalken. Häufig finden sich darin Sphärocodien-Bänke oder Bänke, welche von *Cardita Guembeli* erfüllt sind, auch Pflanzenreste fehlen in den Sandsteinen nicht. Im Osten treten häufig, im Westen seltener schwarze Mergelschiefer auf, welche *Halobia rugosa* führen; man hat sie als Raingrabener Schiefer bezeichnet. Ganz auf den Westen scheint eine Facies beschränkt zu sein, welche als Cidariten-Breccie zu bezeichnen ist; BRTTNER hat sie entdeckt und von verschiedenen Localitäten beschrieben. Auch knollige Kalke sind zuweilen im östlichen Theile des hier zu besprechenden Bezirkes vorhanden. Gut erhaltene Fossilien sind in allen diesen Ablagerungen im Allgemeinen nicht häufig, doch sind, wie schon erwähnt, einzelne Bänke von Bivalvenschalen und Cidaritentrümmern oft ganz erfüllt.

An einzelnen Stellen sind die Raibler Schichten ganz als Dolomit ausgebildet, so dass man den Ramsaudolomit von ihnen nicht abtrennen kann. eine scharfe Grenze lässt sich in diesen Ausnahmefällen dann erst gegen den Dachsteinkalk hin ziehen.

b. Die karnischen Hallstätter Kalke.

Den Raibler Schichten sollen auch die karnischen Hallstätter Kalke entsprechen, d. h. jene Schichten, welche uns hauptsächlich vom Feuerkogel bei Aussee und vom Sandling bei Hallstatt bekannt geworden sind und deren Hauptfossil *Tropites subbullatus* ist. Es ist bekannt, dass an der Pailwand bei Abtenau Fossilien der *Subbullatus*-Zone über den Raingrabener Schiefen im Dachsteinkalk liegen, dadurch wird es sehr fraglich, ob die karnischen

Hallstätter Kalke thatsächlich den Raibler Schichten entsprechen, und nicht vielmehr etwa den unteren Theil des Dachsteinkalkes vertreten. Dass sie unter den norischen Kalken liegen, geht aus den Profilen SCHLOSSER's hervor; v. MOJSISOVICS selbst hat hierfür niemals den Nachweis erbracht. Auf die Zonengliederung, welche v. MOJSISOVICS heute noch aufrecht erhalten wird, brauche ich an dieser Stelle nicht einzugehen, da ich es bereits an einer anderen Stelle dieser Arbeit gethan habe. Für die Gliederung der nordalpinen Trias aber sind die Hallstätter Kalke ihrer geringen Verbreitung wegen wenig wichtig; in dem grössten Theile der Alpen lässt sich eine richtige Gliederung durchführen, auch wenn über das Alter der Hallstätter Kalke nicht das Geringste bekannt wäre.

δ. Bezirk der Lunzer Facies.

Durch die Untersuchungen von BITTNER und STUR sind die Raibler Schichten der ober- und niederösterreichischen Kalkalpen genau bekannt geworden. Es lassen sich die drei Unterabtheilungen:

Opponitzer Kalk (oben),
Lunzer Sandstein,
Raingrabener Schiefer

unterscheiden, welche an die oberbayerischen Ablagerungen erinnern, jedoch besser trennbar sind. Die Raingrabener Schiefer (schwarze Mergelschiefer) sind allerdings im oberbayerischen Bezirk kaum vertreten, desto besser aber im Berchtesgadener Bezirk, besonders aber in dessen östlichem Theil. Die Lunzer Sandsteine sind ähnlich den in Bayern und Tirol häufig vorkommenden Pflanzensandsteinen (Partnachklamm). Die Opponitzer Kalke werden wohl ziemlich genau mit den Kalken übereinstimmen, welche sich in Bayern häufig im obersten Theile der Raibler Schichten finden; ich erinnere an die aus dem Karwendel und dem Wettersteingebirge erwähnten Raibler Kalke. BITTNER¹⁾ rechnet allerdings in einer neueren Publication den Opponitzer Kalk und den Ostreenkalk der *Cardita*-Schichten zum untersten Theile der Dachsteinkalkgruppe, fasst diese aber auch etwas weiter als ich, da ich die zwischen den *Cardita*-Schichten und dem eigentlichen Dachsteinkalk liegenden Dolomite noch zu den Raibler Schichten rechne, was übrigens ja nur eine formelle Abweichung ist.

Weitere Auseinandersetzungen sind an dieser Stelle unnöthig, da bereits die Hauptsache in dem ersten Theil der Arbeit auf-

¹⁾ Ueber die stratigraphische Stellung des Lunzer Sandsteins in der Triasformation. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1897, p. 446.

geführt worden ist, und zahlreiche Specialbeschreibungen der Lunzer Facies durch BITTNER geliefert wurden.

ε. Aflenzer Facies.

Hier finden sich der Hauptsache nach Raingrabener Schiefer mit *Halobia rugosa* und darüber die von BITTNER als Hüpflinger Kalke bezeichneten Ablagerungen. Die letzteren sind petrographisch den Reiflinger Kalken ähnlich. Der obere Theil der Raibler Schichten dürfte wohl schon durch Dolomitlagen vertreten sein, so dass wir eine gewisse Abweichung dieses Faciesbezirkes von dem Lunzer Bezirk constatiren können.

E. Hauptdolomitstufe (Dachsteinkalkstufe).

(Hauptdolomit, Dachsteinkalk und Dolomit, norischer Hallstätter Kalk, Pötschenkalk, Seefelder Schiefer, Plattenkalk, niederösterreichischer Dachsteinkalk.)

Diese Stufe ist, abgesehen von dem Bezirk der Berchtesgadener Facies, bei Weitem die gleichförmigste in den gesammten Alpen. Wir können deshalb die Aufzählung des Vorkommens in den einzelnen Bezirken abkürzen, umsomehr, als die Beschreibung schon in zahlreichen Specialarbeiten existirt. Dass der eigentliche Hauptdolomit in den Nordalpen fast nirgends Fossilien führt, ist hinreichend bekannt; nur die Lagerung giebt uns hier einen Anhalt für das Alter der Ablagerung. Auch die in den Südalpen vorkommenden Fossilien sind schlecht erhalten; etwas besser diejenigen, welche durch COSTA und BASSANI aus dem südlichen Italien beschrieben worden sind.

α. Bezirk der Bündener Facies.

Der Hauptdolomit ist als einheitlicher, grauer bis gelbweisser Dolomit entwickelt, der meistens gut gebankt ist. Man kann ihn gewöhnlich schon dem Aussehen nach vom Arlbergdolomit unterscheiden, da dieser eine rasche, mehligte Verwitterungsrinde aufweist, während der Hauptdolomit in die bekannten rhomboëdrischen Splitter zerfällt.

β. Bezirk der oberbayerischen Facies.

Der Hauptdolomit unterscheidet sich hier wenig von demjenigen Graubündens und Vorarlbergs, nur ist häufig die Bankung nicht sichtbar. Zu erwähnen ist das Vorkommen von Asphalt-schiefern im Hauptdolomit (z. B. bei Seefeld, an der Scharnitz, und bei Pfach in der Nähe von Reutte [Tirol]), welche bei Seefeld zahlreiche triadische Fische führen, ebenso auch nach einer

Mittheilung Dr. SCHLOSSER's am Fuss des Rofan bei Münster im Unterinntal, welche wohl z. Th. ident mit den von BASSANI aus Süd-Italien beschriebenen sein dürften.

Eine Eigenthümlichkeit der oberbayerischen Facies sind die Plattenkalke: dünngebankte, graue bis helle Kalke, welche oft den oberen Theil des Hauptdolomits vertreten und in ihrer Mächtigkeit sehr wechseln. Sie enthalten meistens zahlreiche kleine Gastropoden (z. B. *Rissoa alpina* GÜMB.).

γ. Bezirk der Berchtesgadener Facies.

Die Bildungen, welche in diesem Bezirke dem Hauptdolomit entsprechen, sind von diesem durchaus verschieden. Hier haben wir die seit langer Zeit als Dachsteinkalk bezeichneten Kalkmassen. Ueber den Dolomiten der Raibler Schichten finden sich mächtige, dickbankige, graue Kalke mit Durchschnitten von Gastropoden und Megalodonten; seltener kommen Ammoniten und Brachiopoden vor. Zahlreich vorhanden sind Korallen und zuweilen Diploporen (*Gyroporella*). Als Linsen sind dem Dachsteinkalk die oberen Hallstätter Kalke, rothe bis weisse, oft massige oder dickbankige Kalke¹⁾ eingelagert, so dass man wegen der norischen Fauna, welche diese Kalke enthalten, die ganze Stufe wohl auch als norische Stufe bezeichnet.

Seit 6 Jahren besteht eine heftige Polemik zwischen BITTNER und v. MOJSISOVICS über die Anwendung der Termina norisch und karnisch. Seitdem sich der erste Theil dieser Arbeit in Druck befindet, ist insofern eine Aenderung eingetreten, als v. MOJSISOVICS norisch ganz auflassen will, aber die Einführung des Terminums juvavisch für die Hauptdolomitstufe befürwortet. Allerdings hat sich die überwiegende Mehrzahl der österreichischen Geologen für BITTNER erklärt, und nach meinen persönlichen Erfahrungen dürfte auch der grössere Theil der deutschen Geologen auf BITTNER's Seite stehen, wenigstens was die Bedeutung der Ausdrücke karnisch und norisch anbetrifft. Der Streit wäre erledigt, wenn v. MOJSISOVICS und seine engste Schule ihren Standpunkt aufgäben. Ich möchte nun einen Vorschlag zur Beendigung des Streites machen: geben wir die Ausdrücke karnisch und norisch vollständig auf und führen dafür die mit der allgemeinen Systematik gut übereinstimmenden Ausdrücke unterer und oberer Hallstätter Kalk ein, da wir ja jetzt wissen, wohin die beiden Ab-

¹⁾ Als Facies der Hallstätter Kalke dürften auch die Pötschenkalke aufzufassen sein: graue, kieselhaltige Kalke mit Mergelzwischenlagen, welche zwischen Aussee und Hallstatt vorkommen. Fossilien findet man darin verhältnissmässig selten, sie scheinen aber mit Hallstätter Arten identisch zu sein.

theilungen zu stellen sind. Wenn man aber die Ausdrücke norisch und karnisch benutzt, so muss man sie in dem ursprünglichen Sinne gebrauchen, wie BITTNER dies schon so viele Male auseinandergesetzt hat. Als Stufennamen haben wir jedoch karnisch und norisch nicht nöthig, denn dafür passt viel besser Raibler Stufe und Hauptdolomitstufe. Dass der Ausdruck juvavisch unter keiner Bedingung mehr angewendet werden darf, wird jeder Unparteiische einsehen. Ich hätte sonst den Namen juvavisch für den Berchtesgadener Faciesbezirk angewendet, wofür er ausserordentlich passend wäre, habe aber darauf verzichtet, um nicht neue Verwirrung hervorzurufen. In Wirklichkeit würde ja die juvavische Provinz mehr oder weniger unserem Berchtesgadener Faciesbezirk entsprechen, nur dass sie nicht einfach im Gegensatz zur mediterranen Provinz stände, worauf in einem späteren Kapitel weiter eingegangen werden soll.

Die Zoneneintheilung v. MOJSISOVICS' kann ich von vornherein nicht anerkennen, da erstens nicht nachgewiesen ist, ob diese Zonen wirklich verschiedenen Bänken des Hallstätter Kalkes entsprechen, und weil bisher auch geologisch nirgends beobachtet werden konnte, in welcher Reihenfolge sie auf einander folgen müssen; bleiben wir deshalb lieber bei dem sicheren „unteren“ und „oberen“ Hallstätter Kalk; vielleicht lässt sich der letztere an manchen Orten in Draxlehner und Halobien-Kalk eintheilen (siehe SCHLOSSER).

Die Hallstätter Kalke gleichen keineswegs dem ausseralpinen Jura, sondern sind compacte Kalke, die von allen Seiten von Brüchen durchzogen werden, so dass eine Zoneneintheilung fast unmöglich wird.

v. GÜMBEL hatte ursprünglich den Dachsteinkalk für jünger als den Hauptdolomit gehalten, und viele sind ihm darin gefolgt; aber wir sehen, dass beide von den Raibler Schichten unter- und von den Koessener Schichten überlagert werden, dass sie einander also jedenfalls ziemlich genau im Alter entsprechen müssen. Nach oben fehlt ja allerdings nur zu häufig das Rhät, aber, wo es normal liegt, liegt es concordant über dem Dachsteinkalk, worauf ich schon im ersten Theil der Arbeit hingewiesen habe.

Es ist verschiedentlich versucht worden, u. a. von GEYER, Dachsteinkalk in zwei verschiedene Lagen einzutheilen, doch muss man diese Versuche leider als entschieden misslungen bezeichnen, es hat auch Niemand versucht, die Eintheilung anzuwenden.

Der Dachsteinkalk ist, wie der Hauptdolomit, deshalb so wichtig, weil er auf sehr grosse Strecken hin sich petrographisch gleich bleibt. Ihm gegenüber erscheint der nur an ganz wenigen Localitäten vorkommende Hallstätter Kalk als eine unbedeutende

Facies; geologisch lässt sich nicht viel damit anfangen, weil unglücklicher Weise gerade die fossilreichen Hallstätter Kalke sich an Orten finden, wo man nur bei ganz detaillirten Aufnahmen wird einige Profile erhalten können, während die Lagerung des Dachsteinkalkes meistens verhältnissmässig eine sehr ruhige ist. Der Hallstätter Kalk war von vornherein nicht geeignet, die Basis zu einer Gliederung der Trias abzugeben. Wie geringe Wichtigkeit der Hallstätter Kalk hat, ersieht man aus dem Umstand, dass die grosse Revolution in der Salzkammergut-Geologie i. J. 1892 auf die übrigen Theile der Alpen, vor Allem auf den zunächst liegenden oberbayerischen sowie auf den Lunzer Faciesbezirk gar keinen Einfluss ausgeübt hat. Das ist aber auch ganz verständlich, weil eben die Profile, welche die Schichtenfolge in diesen Gebieten zeigen, nicht auf Grund phylogenetischer Speculationen, sondern auf Grund wirklicher geologischer Beobachtungen aufgestellt wurden.

δ. Lunzer Bezirk

Auch hier herrscht die Facies des typischen Hauptdolomites vor, wozu in Nieder-Oesterreich noch der sog. niederösterreichische Dachsteinkalk kommt, der nach BITTNER dem oberbayerischen Plattenkalk entspricht.

ε. Aflenzer Bezirk.

Wie die Hauptdolomitstufe hier ausgebildet ist, wissen wir einstweilen noch nicht mit Sicherheit, da sie bei Johnsbach zu fehlen scheint.

F. Die Rhätische Stufe.

(Koessener Schichten, Dachsteinkalk v. GÜMBEL's, Steinsberger Kalk, Obere Cassian-Schichten ESCHER's und STUDER's, Garland-Schichten WINKLER's (z. Th.), Oberer Dachsteinkalk, *Contorta*-Schichten, Zlambach-Schichten.)

Auch in Ansehung dieser Stufe können wir uns kurz fassen, da sie geologisch gut bekannt ist, wenn auch fast die gesammte Fauna einer gründlichen Revision bedarf; eine ganze Menge von Arten sind, abgesehen von den Brachiopoden und Ammoniten, noch unbeschrieben, und die Beschreibung sowie die Abbildungen der übrigen sind fast durchwegs ungenügend.

Die Ausbildung ist im Grossen und Ganzen noch gleichförmiger als bei der vorher besprochenen Stufe, fast kein Faciesbezirk weist besondere Eigenthümlichkeiten auf, was uns zeigt, dass die Verhältnisse im alpinen* Triasmeer gleichförmiger wurden. Nahezu überall wird die Hauptmasse durch Mergelsedimente ge-

bildet, welche einzelne Kalklagen enthalten; local sind im oberen Theile grössere Kalkmassen zu verzeichnen; diese aber sind an manchen Stellen, wie in meiner Monographie der Hohenschwangauer Alpen ausgeführt ist, als Einleitung der liasischen Hierlatzkalke zu betrachten, eine Beobachtung, welche man allerdings nicht ohne Weiteres generalisiren darf.

Dass die von SUESS und v. MOJSISOVICS vor Jahren in ihrer Geologie des Osterhorns aufgestellten Zonen keine allgemeine Gültigkeit haben, ist auch weiteren Kreisen bekannt; doch fehlt es heute noch an Detailaufnahmen resp. Detailgliederungen in den verschiedenen Theilen der Alpen.

α. Bündner Faciesbezirk.

Das Rhät ist aus verschiedenen Theilen Graubündens bekannt. Gewöhnlich wird die Hauptmasse durch stark metamorphosirte Kalkschiefer gebildet, welche häufig Glimmer enthalten; die Fossilien sind meistens breit gequetscht, so dass sich nur selten die Species bestimmen lässt. An anderen Stellen vertritt einen mehr oder weniger grossen Theil des Rhät der sog. Steinsberger Kalk, ein grauer bis rother, häufig brecciöser Kalk, welcher hauptsächlich Crinoiden und Korallen enthält. Nur an einer Stelle ist es mir gelungen, einen grauen Kalk zu finden, welcher durchaus dem v. GÜMBEL'schen Dachsteinkalk entspricht und für den ich den Namen „rhätischer Kalk“ aus noch genauer zu erörternden Gründen vorgeschlagen habe. Dieser Kalk enthält hauptsächlich riesige Megalodonten, Lithodendren, Querschnitte von Bivalven und Brachiopoden; er bildet anscheinend nur eine Einlagerung im oberen Theile der Kössener Mergel.

In Vorarlberg herrschen die Kössener Mergel vor; sie sind sehr mächtig und an manchen Stellen ausserordentlich fossilreich, in Folge dessen auch schon seit langer Zeit bekannt und oft wieder beschrieben. Sie sind kaum von der oberbayerischen Facies zu unterscheiden, da sie viel weniger durch mechanischen Druck umgewandelt sind. STUDER und ESCHER bezeichneten diese Ablagerungen als obere St. Cassian-Gebilde.

β. Oberbayerische Facies.

Das Rhät ist in den ganzen bayerischen Alpen vertreten. Im Anschluss an Vorarlberg erreicht es schon im Allgäu eine grossartige Entwicklung, ist in zahlreiche Bänke gegliedert und überall reich an wohl erhaltenen Fossilien. Hier beginnt auch die Entwicklung der oberen Theile in Kalkfacies, die von GÜMBEL der Megalodonten wegen und aus weiterhin zu erörternden Gründen mit dem Dachsteinkalk irrthümlicher Weise identificirt wur-

den. v. GÜMBEL nahm an, dass der Ramsaudolomit bei Berchtesgaden dem Hauptdolomit entspräche, was, wie ich im ersten Theile der Arbeit nachgewiesen habe, nicht der Fall ist; vielmehr entspricht der Ramsaudolomit hauptsächlich dem Wettersteinkalk, also einer bedeutend tieferen Stufe. Da nun im Berchtesgadener Gebiet die Kössener Schichten unbekannt waren, der Dachsteinkalk aber normal auf dem angeblichen Hauptdolomit zu liegen schien (die wirkliche Lage der Raibler Schichten hatte v. GÜMBEL nicht erkannt, sondern sie stets viel zu tief in die Karten und die Profile eingetragen), so nahm v. GÜMBEL an, dass der Dachsteinkalk den Kössener Schichten entspräche. In und über den Kössener Schichten Ober-Bayerns und des Allgäu fanden sich nun graue Kalke, welche äusserlich ganz dem echten Dachsteinkalk ähnelten und meistens auch von Megalodonten, „der Dachsteinkalk-Bivalve“, erfüllt waren; ebenso enthielten sie Lithodendren und scheinbar ganz gleiche Bivalvenquerschnitte. Die Fauna des Dachsteinkalkes war eben noch in sehr unvollkommener Weise bekannt, und vor Allem nahm fast Niemand an, dass sie mit derjenigen der norischen Hallstätter Kalke gleichalterig sein könnte. v. GÜMBEL parallelisirte seine oberbayerischen und Allgäuer rhätischen Kalke mit dem Dachsteinkalk und gab ihnen auch diesen Namen. Wir wissen heute, dass der echte Dachsteinkalk zwischen Raibler Schichten und Kössener Schichten liegt, dass er aber die Stelle des oberbayerischen Hauptdolomites vertritt. Wir wissen ferner, dass der oberbayerische Dachsteinkalk (im Sinne v. GÜMBEL's) in oder über den Kössener Schichten, jedenfalls aber stets über dem Hauptdolomit und Plattenkalk liegt, also rhätisch ist, welchen Ausdruck ich nur auf die Schichten über der Hauptdolomitstufe angewendet wissen möchte. Damit ist der geologische Beweis dafür erbracht, dass der v. GÜMBEL'sche Dachsteinkalk mit dem echten Dachsteinkalk nichts gemein hat. Ich kann aber noch einen weiteren, einen paläontologischen Beweis für die Zugehörigkeit des v. GÜMBEL'schen Dachsteinkalkes zum Rhät erbringen. Schon EMMICH kannte einen Fundplatz für *Avicula koessenensis* DRTM. — eine Art, die von *A. sinemurensis* kaum zu unterscheiden ist, so dass man es vielleicht mit einer blossen Varietät zu thun hat — am Ausgange der Klamm bei Unken. Im Jahre 1890 besuchte ich mit Dr. SKUPHOS diesen Fundplatz, und es gelang mir, in dem weissen Kalk neben der *A. koessenensis* einige wenige Exemplare von *A. contorta* aus dem Gestein herauspräpariren.

Wir bestiegen am nächsten Tage vom Unkenenthal aus das Sonntagshorn, um an der klassischen Localität für Rhätfossilien zu sammeln; beim Aufstiege fanden wir in der Nähe der Percht-

alm, an einer Stelle, die sich kaum näher beschreiben lässt, so dass sie ein Anderer danach wieder auffinden kann, einen schneeweissen Kalk, der Brachiopodenreste und Durchschnitte von Megalodonten aufwies; ich entdeckte darin eine Lumachelle, welche fast ganz aus *Avicula contorta* PORTL. zusammengesetzt war, daneben: *Avicula koessenensis* DITTM., *Gervillia inflata* SCHAFH., *Mytilus minutus* GOLDF. und einige andere, bisher noch unbestimmt gebliebene Lamellibranchiaten, also typische Kössener Fossilien. Der Kalk lagert, wie ich bei einem späteren Besuche sah, anscheinend auf Kössener Schichten, welche an der Perchtalm durch nicht selten vorkommende Exemplare von *Homomya lagenalis* SCHAFH. charakterisirt werden. Allerdings ist es möglich, dass der Kalk auch von Kössener Schichten überlagert wird, was sich s. Z. nicht mit Sicherheit feststellen liess.

Im Jahre 1891 fand ich am Ostufer des Achensees Blöcke eines weissen Kalkes, der ebenfalls von *Avicula koessenensis* erfüllt war und ein Exemplar der *Avicula contorta* PORTL. enthielt. Wahrscheinlich stammen die Blöcke vom Sonnwendjoch.

Diese Funde und ganz besonders der an der Perchtalm bezeugen uns, dass der angebliche Dachsteinkalk v. GÜMBEL's nur eine Facies der Kössener Schichten ist. Es werden also zwei verschiedene Schichten mit demselben Namen bezeichnet, und noch dazu eine, welche nicht an dem Orte nachgewiesen ist, von welchem sie ihren Namen hat. Dies ist sicherlich ein Mangel in der Nomenclatur. Wir haben somit jetzt drei verschiedene Dachsteinkalke, nämlich: echter Dachsteinkalk, Dachsteinkalk im Sinne v. GÜMBEL's und niederösterreichischen Dachsteinkalk. Da wäre es wohl an der Zeit, die Schichten, welche den Namen Dachsteinkalk unberechtigter Weise führen, mit einer neuen Bezeichnung zu versehen. Ich habe schon in meiner Arbeit über die Schichtenfolge im Engadin vorgeschlagen, den Namen Dachsteinkalk im Sinne v. GÜMBEL's, was unbeholfen klingen würde, durch die Bezeichnung „Rhätischer Kalk“ zu ersetzen; dadurch wird kein eigentlich neuer Name eingeführt und Jeder weiss sofort, dass dieser Kalk nur als Facies der Kössener Schichten aufzufassen ist. Ich möchte die Bezeichnung an dieser Stelle aufrecht erhalten, da sie unbedingt nothwendig ist. Für den niederösterreichischen Dachsteinkalk könnte man vielleicht den oberbayerischen Namen Plattenkalk anwenden, oder event. wird BITTNER, der ja öfters über jene Gegend publicirt, einen neuen Namen schaffen.

Im grössten Theil von Ober-Bayern finden wir sowohl die Mergel wie die Kalkfacies der Kössener Schichten, ohne dass

wesentliche Unterschiede vorhanden wären. Eine weitere Beschreibung ist also unnöthig.

An zwei Stellen in Bayern sind Faunen beschrieben, welche eine Mischung von rhätischen und liasischen Formen enthalten sollen; es sind die Localitäten Garlandalm bei Lenggries und Hochfelln im Chiemseegebiet. ROTHPLETZ hat nachgewiesen, dass an der Garlandalm oder besser Brauneck sowohl Kössener Schichten wie unterer Lias vorhanden sind, sowie dass WINKLER, der den Namen Garlandschichten aufstellte, offenbar die losen Fossilien vermischt aufgesammelt hat. Am Hochfelln ist dasselbe der Fall; über den Kössener Schichten liegt der untere Lias, welcher keine Kössener Formen enthält.

γ. Bezirk der Berchtesgadener Facies.

In diesem Bezirk ist das Rhät verhältnissmässig spärlich vertreten, oder besser gesagt, wenig bekannt. Dies mag auch darin seinen Grund finden, dass die Kössener Schichten im Hochgebirge zum grossen Theil ganz ähnlich dem Dachsteinkalk entwickelt sind, ich erinnere hierbei nur an die Vorkommnisse auf dem Steinernen Meer. Allerdings wissen wir ja auch, dass in vielen Theilen der mittlere Lias discordant dem Dachsteinkalk auflagert, wie dies im ersten Theile beschrieben und illustriert worden ist. An solchen Stellen fehlt das Rhät gewöhnlich vollständig und sogar häufig auf weitere Strecken hin.

Allerdings kommen die Kössener Schichten auch in Mergelfacies vor; ich erinnere dabei an die Scharitzkehl (Höllgraben), wo ein Theil der v. MOJSISOVICS als Zlambachschichten aufgefassen Ablagerungen sich als zu den Kössener Schichten gehörig herausgestellt hat. Auch ein Theil der schwarzen fossilileeren Schiefer auf dem Hagen- und Immelaungebirge sind vielleicht als Kössener Mergel anzusehen.

Als Kössener Schichten sind auch wohl die Mergel mit Kalkbänken an der Fischerwiese im obersten Theil des Zlambachgrabens bei Goisern (Salzkammergut) aufzufassen; sie enthalten rhätische Korallen, die s. Z. FRECH beschrieben hat. Es liegt kein Grund vor, diese Mergel unter dem Namen Zlambachschichten vom Rhät abzutrennen. Ihnen gleichaltrig sind wohl auch die „Zlambachschichten“ des Stambachgrabens, welche die bekannte eigenartige Ammonitenfauna führen. Jedenfalls werden sie von liasischen Fleckenmergeln überlagert. Ich halte diese „Zlambachschichten“ nur für eine eigenartige Ausbildung der Kössener Schichten, denen sie der Lagerung nach entsprechen. Es sind nur wenige Localitäten bekannt, an denen Ammoniten des Rhät vorkommen, und die übrige Fauna des Stambachgrabens ist über-

haupt noch nicht ausgebeutet und untersucht worden. Jedenfalls ist die Fauna des Stambachgrabens von derjenigen des Hallstätter Kalkes gerade so verschieden, wie von der der Kössener Schichten; doch weisen die in den Zlambachschichten des Salzkammergutes aufgefundenen Choristoceraten auf enge Verwandtschaft der Zlambachschichten mit den Kössener Schichten hin. Die Zlambachschichten haben ja leider einen ebenso unglücklichen Einfluss ausgeübt, wie die Hallstätter Kalke; in den Gliederungen, welche von v. Mojsisovics aufgestellt sind, haben sie fortwährend hinauf- und hinabwandern müssen. In Wirklichkeit sind sie für die Gliederung der alpinen Trias recht unwichtig, da man sie nur von ganz wenigen Punkten kennt; die meisten angeblichen Zlambachschichten, welche ausserhalb des Salzkammergutes bekannt geworden sind, haben mit den echten nichts zu thun, so gehören z. B. diejenigen der Mürzthaler Alpen grösstentheils zu den Raibler Schichten und die von Berchtesgaden sind, wie erwähnt, echte Kössener Schichten.

δ. Lunzer Faciesbezirk.

In diesem Gebiete stimmen die Kössener Schichten ganz mit denjenigen Ober-Bayerns überein.

ε. Aflenzer Faciesbezirk.

Kössener Schichten sind hier bisher nicht bekannt geworden.

Die Grenzen der triadischen Faciesbezirke in den Ostalpen und ihr Verhältniss zu einander.

Die menschliche Vernunft sucht jeden umfassenden Begriff, den sie aus der Anschauung abstrahirt, in eine Reihe von Unterbegriffen zu zerlegen, weil sie nicht fähig ist, alle in einem umfassenden Begriff implicite enthaltenen Sonderbegriffe auf einmal in anschauliche Vorstellungsbilder umzuwandeln, und auch das Gedächtniss eine solche Eintheilung nöthig hat. Daraus entstanden die Classificationen, ja die gesammte Naturwissenschaft, soweit sie descriptiv ist. Man begann mit künstlichen Eintheilungsprincipien. Später stiess man damit in der Natur auf Schwierigkeiten und fand zugleich, dass in der Natur selbst keine wilde Regellosigkeit herrscht, sondern dass auch da bereits Eintheilungsprincipie zu finden sind — ich erinnere an die natürlichen Species der Thiere und Pflanzen, welche ja auch nicht, wie man zu Zeiten glaubte, willkürlich von der eintheilenden Vernunft geschaffen sind. Allerdings leiden alle natürlichen Gruppen, alle natürlichen Classificationen unter dem Mangel, dass sich nicht Alles in den abstrahirten Unterbegriffen unterbringen lässt,

dass also Uebergänge vorhanden sind; denn die Natur ist kein in Schubfächer eingetheilter Kasten, sondern ein lebender Organismus, worin nichts ausser Zusammenhang mit anderen Dingen bleibt. In der geschilderten Weise entstand auch die Eintheilung der ganzen Geologie, sowie die ihrer Unterabtheilungen. Da man sah, dass sich in der Stratigraphie eine Eintheilung sowohl in verticaler wie in horizontaler Richtung vornehmen lässt, bildeten sich die Begriffe: Horizont und Facies. Facies nennen wir die Gesamtheit der geographischen Eigenschaften eines jeden Ortes, an dem sich in horizontaler Richtung gleichartige Ablagerungen bildeten; wir sprechen deshalb von einer pelagischen, litoralen, continentalen etc. Facies. Später hat man den Ausdruck auch rein petrographisch und rein paläontologisch gebraucht, indem man also den Ausdruck nicht bloss auf die Gesamtheit der geographischen Bedingungen, sondern auch auf die daraus erfolgenden Eigenschaften der Ablagerungen und der in ihnen enthaltenen Lebewesen anwendete.

Die Facies liefert uns also das Eintheilungsprincip in horizontaler Richtung für den Horizont, die Stufe, das System u. s. w. Classificationen einzelner Stufen und Systeme ihrer Facies nach sind ja schon verschiedentlich versucht worden; meistens aber auf Grund der Faunen, was praktisch bequemer ist, da gerade bei der Vergleichung verschiedener Gesteinsfacies umfassende Reisen eines Einzelnen nöthig sind. Aber ich glaube, dass die Gesteinsfacies uns ein noch besseres Eintheilungsprincip liefert, weil sie enger mit den Bewegungen des Erdbodens und deshalb auch mit den geographischen Bedingungen zusammenhängt. In dieser Arbeit habe ich nun versucht, auf Grund eigener Untersuchungen eine solche Eintheilung der triadischen Sedimente in den Ostalpen vorzunehmen.

Da wo mir die bisherigen Untersuchungen für meinen Zweck nicht zu genügen schienen, habe ich selber Untersuchungen angestellt und diese z. Th. schon früher publicirt (Engadin, Berchtesgaden), und im Uebrigen habe ich im Laufe von 8 Jahren einen grossen Theil der Ostalpen persönlich bereist, um die Ausbildung der Triassedimente kennen zu lernen. Durch meinen Eintritt in das geologische Institut von Mexico wurde ich indess verhindert, auch den östlichen Theil der Südalpen, also fast Alles, was östlich von Südost-Tirol liegt, zu bereisen, weshalb ich auch diese Theile vor der Hand unberücksichtigt lasse.

Eine grosse Schwierigkeit in der Art der Darstellung liegt darin, dass man den erst noch zu definirenden Begriff bereits im speciellen Theile gebrauchen muss, doch liess sich das leider nicht vermeiden, und die Schwierigkeit wird theilweise dadurch

verringert, dass im Abschnitt über die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen zugleich die Beweise für die Verschiedenheit der einzelnen Faciesbezirke gegeben werden. In dem vorliegenden Kapitel soll nun der Umfang der einzelnen Gebiete besprochen werden, weshalb Einzelnes aus dem vorhergehenden Abschnitt in gedrängter Darstellung wiederholt, während die Einleitung zum vorigen grösseren Abschnitt hier weiter ausgeführt werden muss.

Wenn wir die alpine Trias als Ganzes betrachten, sowie sie häufig zu der germanischen in Gegensatz gestellt wird, so verliert sich fast ihre charakteristische Eigenthümlichkeit, nämlich das Zerfallen in Faciesbezirke und es bleibt nur ein Wirrwarr von Localnamen. Dass jene Faciesbezirke vorhanden sind, ersehen wir schon daraus, dass es so ausserordentliche Schwierigkeiten machte, Profile aus einem Theil der Alpen mit solchen aus anderen Theilen in Einklang zu bringen, die Entwicklung der einzelnen Glieder war eben gar zu verschieden. Das würde ja allerdings noch kein Beweis dafür sein, dass bestimmt umgrenzte Faciesbezirke existirten, es könnte ja eine Regellosigkeit in der Ausbildung herrschen, welche gestattete, dass ein und dieselbe Ausbildung der Trias unvermittelt an 10 verschiedenen Stellen der Alpen aufträte, mitten unter ganz verschiedenen Facies. Und diese Anschauung scheint thatsächlich eine ganze Anzahl von Geologen gehabt zu haben, während andere, wie v. Mojsisovics, ein zu grosses Gewicht auf das rein faunistische Element legten, ein Element, auf welches geographische Veränderungen jedenfalls bei Weitem nicht so schnell wirken, wie auf das rein petrographische; vor Allem fehlt uns auch ein Anhalt in den Verhältnissen der Gegenwart für die Art, in welcher geographische Veränderungen z. B. auf Meeresthiere einwirken.

Um zu erkennen, ob es Faciesbezirke in unserem Sinne giebt, muss man beobachten, ob die Schichtenausbildung, welche uns ein bestimmtes Profil zeigt, nach den Seiten constant bleibt und wie weit. Auf eine gleichmässige Ausbildung der Horizonte ist auf grössere Strecken hin wohl kaum zu rechnen, und thatsächlich finden wir in der Trias der Alpen nur eine Gleichmässigkeit in der Ausbildung der Stufen. Das ist ein Punkt, wo Unsicherheit eintreten kann; wie ich oben sagte, sind uns in der Natur Einheiten angedeutet, aber zwischen diesen giebt es Uebergänge. Im Allgemeinen haben aber die Stufen auf grössere Strecken hin einen einheitlichen Habitus. Wenn nämlich eine Stufe sich in ihrer Ausbildung merklich ändert, nehmen immer auch andere tiefere oder höhere daran Theil; dadurch wird das Erkennen des Umfanges eines Faciesbezirkes erleichtert. Nun könnte man sich vorstellen, dass der Uebergang einer Facies in die andere in

einem weiten Gebiet stattfindet, so dass der Uebergang ein unmerklicher ist und man sein Gebiet als eigenen Faciesbezirk künstlich abtheilen müsste. Das ist jedoch keineswegs der Fall, die Faciesbezirke sind unendlich grösser als die Uebergangsbezirke, oder aber die Faciesbezirke werden durch Gebiete, in denen Triasablagerungen fehlen, getrennt; in der Natur sind diese Einheiten schon vorgebildet. Wäre dies nicht der Fall, so hätte die Eintheilung in Faciesbezirke nur einen problematischen Werth; aber der Faciesbezirk ist ebenso wenig wie die geologische Species ein blosser Begriff der Vernunft, der in der Natur kein anschauliches Object bezeichnet. Hat man einmal gefunden, dass Faciesbezirke vorhanden sind, so ist es verhältnissmässig leicht, ihre Grenzen festzustellen. Allerdings wäre eine specielle Untersuchung der Grenzgebiete von grossem Interesse, doch bleibt sie der Zukunft vorbehalten.

Ich habe nunmehr folgende Faciesbezirke feststellen können:

1. den südalpinen Faciesbezirk,
2. den Bündner Faciesbezirk,
3. den oberbayerischen Faciesbezirk,
4. den Berchtesgadener Faciesbezirk,
5. den Lunzer Faciesbezirk,
6. den Aflenzer Faciesbezirk.

Hierzu kommt vielleicht noch ein niederösterreichischer Facies-Bezirk, und es ist höchst wahrscheinlich, dass man den südalpinen in zwei wird zerlegen müssen, nämlich in den südtiroler und den lombardischen. Letzterer ist, soweit es mir möglich war, schon in der beigegebenen Tabelle ausgedrückt, welche die normale Gliederung der Trias in verschiedenen Theilen der Alpen illustriert.

Wir gehen nunmehr zur Besprechung der einzelnen Faciesbezirke über.

Südalpiner Faciesbezirk.

Als Norm für die Ausbildung in Süd-Tirol können wir irgend eines der bekannten Profile am Schlern, an der Sorapis, an der Croda da Lago etc. herausgreifen. Wir finden zu unterst die Seisser und Campiler Schichten, welche den Werfener Schichten der Nordalpen recht ähnlich sind, wenn sie sich auch in Einzelheiten, wie z. B. dem Vorkommen der kalkigen Gastropodenbank, durch etwas anders vergesellschaftete Fauna u. s. w. unterscheiden. Ueber den Werfener Schiefer, welche in der ganzen alpinen Trias vielleicht das constanteste Glied bilden, liegt ein schwarzer Kalk, der sog. untere alpine Muschelkalk; über diesem ein heller Dolomit, der Mendola-Dolomit, welcher gewöhnlich fossilleer ist,

und auf diesem *pietra verde* führende, gelbgrüne bis dunkle Kalke, welche man als Buchensteiner Kalke bezeichnet, häufig besteht die Hauptmasse aus *pietra verde*. Diese drei Ablagerungen entsprechen, wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, dem alpinen Muschelkalk der Nordalpen. Dass sie auch dem deutschen Muschelkalk zugehören, zeigt der Fund von Muschelkalk-Petrefacten in der untersten Abtheilung und die Entdeckung des *Ceratites nodosus* in den Buchensteiner Schichten durch TORNQVIST. Dass aber damit bewiesen sei, dass die Buchensteiner Schichten dem obersten Theil des deutschen Muschelkalks entsprechen, kann man nicht zugeben, da in Deutschland an solchen Stellen, wo der Muschelkalk vollständig entwickelt ist, über dem *Nodosus*-Horizont noch der für die Verhältnisse der germanischen Trias recht mächtige Horizont des *Ceratites semipartitus* und die *Bairdia*-Dolomite folgen; diesem könnte also ganz gut noch unsere ladinische Stufe correspondiren: der paläontologische Beweis dafür, dass der Muschelkalk mit den Buchensteiner Schichten abschliesst, ist nicht erbracht, vielmehr spricht die Fauna des Wettersteinkalkes (*Spiriferina fragilis*!) und des Marmolatakalkes für die Zugehörigkeit zum Muschelkalk.

Ueber den Buchensteiner Schichten liegen entweder die Wengen-Cassianer Tuffe und Mergel, welche sich in ihrer Fauna nicht so genügend unterscheiden, als dass man sie in 2 Horizonte zerlegen könnte, oder ein weisser Dolomit, der Schlerndolomit, oder auch Kalk, den wir mit SALOMON als Marmolatakalk bezeichnen. Ueber den Wengen-Cassianer Schichten liegt Schlerndolomit oder Marmolatakalk (Latemar), so dass man die Tuffe und Mergel mit den Kalken zu einer Stufe, der ladinischen, zusammengezogen hat, weil sie nur eine locale Facies derselben Schicht darstellen. Der Lagerung nach ist der Schlerndolomit unbedingt gleichalterig mit dem Marmolatakalk, so wenig wir auch von der Fauna des ersteren wissen. Ich verweise auch auf die Ausführungen SALOMON's. Ueber der ladinischen Stufe finden sich die meist rothen und grauen Tuffe und Mergel der Raibler Schichten, zu denen sich an dem meisten Punkten noch Dolomite gesellen, welche sich schwer von dem höheren Hauptdolomit unterscheiden lassen. Häufig sind die Dolomite durch das Vorkommen von Sphärocodien ausgezeichnet, und durch diese konnten SALOMON, J. BÖHM und ich sie z. B. am Schlern recht gut unterscheiden (siehe SALOMON, Marmolata). Der über den Raibler Schichten liegende Hauptdolomit ist meistens von heller Farbe und zuckerkörnigem Aussehen; er unterscheidet sich petrographisch stark vom nordalpinen Hauptdolomit, welchem er allerdings der Lagerung nach entspricht. Charakterisirt wird er durch das Vor-

kommen zahlreicher Megalodonten, sowie das von *Pleurotomaria solitaria* (*Turbo solitarius*), welches merkwürdiger Weise früher fast ganz übersehen worden war; SALOMON, J. BÖHM und ich haben das Fossil an verschiedenen Localitäten¹⁾ gefunden. v. MOJSSOVICS bezeichnete s. Z. diese Schicht als Dachsteinkalk, welcher Name jedoch unzulässig ist, da nur selten eine kalkige Facies vorhanden (Castel Tesino) und der südtiroler Hauptdolomit in Fauna und Gestein dem Dachsteinkalk unähnlich ist.

Ueber das Rhät wissen wir in Südost-Tirol wenig. Aus dem nördlichsten Theil, bei Lienz, ist ein Fundpunkt echter Kössener Schichten bekannt, der s. Z. durch PETZOLDT beschrieben wurde. Ausserdem hat J. BÖHM auf weisse Kalke am Antelao aufmerksam gemacht, welche ein Brachiopod enthalten, das wohl mit *Terebratula gregaria* oder einer ähnlichen Form identisch ist. Doch kommen ähnliche Formen im Lias vor, so dass das Vorhandensein von Rhät an dieser Stelle nicht mit Sicherheit zu constatiren ist.

Von dieser normalen Ausbildung der Trias finden wir gegen Osten und Westen Abweichungen. Im Osten bei Agordo ist constatirt worden, dass die Kalkfacies der ladinischen Stufe fehlt, dass also die Raibler Schichten direct auf den Wengen-Cassianer Schichten liegen. Das würde eine Facies sein, die derjenigen von Lunz und von Aflenz entspräche; doch fehlt es an genaueren Untersuchungen.

Auf der Westseite, am Etschthale, ist das Entgegengesetzte der Fall. Dort fehlen an der Mendola zwischen den Werfener Schiefern und den Raibler Tuffen alle Mergel- oder Tuff-Einlagerungen, so dass man eine einheitliche Dolomitmasse vor sich hat, die die Recoarostufe BITTNER's, also das, was man durchwegs als alpinen Muschelkalk bezeichnet, und die ladinische Stufe vertritt. Der Lagerung nach entspricht diese Dolomitmasse folglich jener des Engadins und Berchtesgadens.

Damit scheint bereits gegen Westen eine etwas abweichende Ausbildung der Facies eingeleitet zu werden. In der ladinischen Stufe beginnen Kalke (Esinokalk) die Dolomite zu ersetzen, die Raibler Tuffe verschwinden und über dem Hauptdolomit stellen sich fossilreiche Kössener Schichten ein. Der Muschelkalk nähert sich in seinem Habitus bereits dem nordalpinen. Zu erwähnen sind allerdings die Sandsteine mit Pflanzenresten im Muschelkalk von Preghena (Val di Bresimo bei Cles).

¹⁾ Ein noch recht reicher Fundplatz für Fossilien des Hauptdolomits findet sich an der Croda da Lago bei Cortina. An dem bekannten „breiten Schuttband“ kann man die Fossilien in Menge auflesen.

BITTNER gliedert den Muschelkalk in drei Stufen:

II. Oberer Muschelkalk. Zone des *Ceratites trinodosus* und des *Balatonites euryomphalus*.

I. Unterer Muschelkalk.

b. Brachiopodenkalk. Hauptlager des *Ceratites binodosus*.

a. Horizont des *Encrinus gracilis*.

In der Lombardei weicht der Buntsandstein von den gleich-alterigen südtiroler Schichten bereits stark ab. Bekannt ist das Profil Bellano - Regoledo durch die Untersuchungen ESCHER's, v. GÜMBEL's und PHILIPPI's. Nach ESCHER findet sich dort hauptsächlich ein Wechsel von Conglomeraten, Sandsteinen, glimmerhaltigen Schiefern und Dolomiten. Aber diese Ausbildung ist nicht die normale, wie die interessanten Ausführungen PHILIPPI's¹⁾ zeigen.

Nach ihrer petrographischen Beschaffenheit lässt sich der Schluss ziehen, dass hier offenbar schon eine Annäherung an die Ausbildung der Schichten im Ober-Engadin stattfindet, nur dass dort die Ablagerungen stärker durch Druck umgeformt sind. Die von mir aus dem Ober-Engadin bei Samaden beschriebenen Sedimente des Buntsandsteins können sehr wohl geschieferte Kalke sein, welche mit Mergeln wechsellagerten. Jedenfalls stehen diese beiden Facies einander näher als denjenigen der übrigen Südalpen und der Nordalpen.

Ueber dem Buntsandstein liegen an einigen Stellen Rauhwacken. PHILIPPI erklärt sie als Reibungsbreccie. Dies dürfte jedoch nicht immer zutreffen, vielmehr ist diese Entstehungsart auf die weitaus grösste Menge der Rauhwacke nicht anzuwenden. Ich habe solche rauhwackenartigen Reibungsbreccien an verschiedenen Orten, sowohl in Süd-Italien, wie in den Alpen²⁾ beobachtet, doch sind sie fast stets kalkiger Natur, während die echte Rauhwacke dolomitisch ist. Darin stimme ich jedoch mit PHILIPPI überein, dass die Rauhwacken keinen bestimmten Horizont darstellen; nur dass ich sie gewöhnlich dem Buntsandstein angliedere. PHILIPPI theilt den Muschelkalk folgendermaassen ein:

II. Oberer alpiner Muschelkalk.

b. *Trinodosus*-Kalk.

a. Brachiopoden-Kalk. Zone der *Rhynchonella decurtata*.

I. Unterer alpiner Muschelkalk.

¹⁾ Beitrag zur Kenntniss des Aufbaues und der Schichtenfolge im Grignagebirge. Diese Zeitschr., 1895, p. 684.

²⁾ Siehe u. A. BÖSE, Engadin, p. 598.

Wir müssen uns vorhalten, dass alle diese Eintheilungssysteme ziemlich rein locale sind. Anscheinend stimmt zwar diese Eintheilung mit derjenigen im oberbayerischen Faciesbezirk überein, besonders wenn man statt *Trinodosus*-Kalk Ammoniten-Kalk setzt; aber *Rh. decurtata* findet sich bei Reutte sowohl in Horizont IIa wie in Horizont IIb, ist also dort nicht als Leitfossil zu verwenden.

Der untere Muschelkalk besteht nach PHILIPPI vorwiegend aus dolomitischen, dunklen Kalken, welche einen mehr oder minder hohen Gehalt an thonigen und sandigen Gemengtheilen aufweisen, so dass Bänke von weissen Sandsteinen und Conglomeraten sich einschieben; auch Muscovit tritt stellenweise reichlich auf. Damit gliedern sich diese Schichten denen von Preghena bei Cles an. Bezeichnend für den unteren Muschelkalk des Grignagebirges ist der Bernocoluto, eine Art Knollenkalk, und ein dolomitischer Kalkglimmerschiefer. Diese Ausbildung, welche bei PHILIPPI genauer beschrieben ist, erinnert in manchen Punkten an die am Piz Mezzeni im Ober-Engadin. Ueber dem unteren Muschelkalk finden sich nun faciell ausserordentlich interessante Verhältnisse.¹⁾

Als besondere Facies des oberen alpinen Muschelkalkes treten hier die Buchensteiner Kalke und die Perledo-Varenna-Plattenkalke auf. Ueber den Buchensteiner Kalken zeigt sich an einzelnen Punkten ein massiger Kalk, PHILIPPI's Calimerokalk, darüber folgen, zuweilen unter Einschaltung eines geringmächtigen Systems von Plattenkalken, die tuffigen Mergel der Wengener Schichten, alsdann die mehr oder weniger mächtige Masse von Dolomit und Kalk, der sog. Esinokalk.

Die Raibler Schichten, welche den Esinokalk überlagern, bestehen zum grössten Theile aus Mergeln, zum kleineren aus Tuffmergeln, Sandsteinen, Dolomiten und Kalken; auch hier herrschen rothe, graugrüne und dunkle Färbungen vor.

Ueber den sie überlagernden Hauptdolomit ist nichts hinzuzufügen, er ähnelt schon sehr demjenigen Graubündens und ist zumeist bedeutend dunkler als derjenige Südost-Tirols. Die dunklere Farbe stellt sich z. Th. schon in Südwest-Tirol ein, wo auch rothe Färbungen auftreten. z. B. an der Strasse von Cles nach Preghena, wo LEPSIUS diese Dolomite für Raibler Schichten gehalten hat.

Das Rhät ist in der Lombardei besonders schön ausgebildet. Es wird von den meisten Autoren eingetheilt in

¹⁾ Vergl. PHILIPPI, l. c., p. 696 ff.

3. *Conchodon*-Dolomit (entspricht wohl dem Rhätischen Kalk, Dachsteinkalk v. GÜMBEL's);
2. Kalke mit *Terebratula gregaria*.
1. Mergel mit *Avicula contorta*.
(1 und 2 wohl den nordalpinen eigentlichen Kössener Schichten entsprechend.)

Es fragt sich, ob man nicht gut thut, und wozu auch PHILIPPI¹⁾ zu neigen scheint, die beiden unteren Etagen zusammenzufassen und nur zu unterscheiden:

2. *Conchodon*-Dolomit.
1. *Contorta*-Schichten oder eigentliche Kössener Schichten.

Bündner Faciesbezirk.

Wir haben die Schichten dieses Bezirkes bereits in dem vorhergehenden grösseren Abschnitt beschrieben und recapituliren dies hier wie in den folgenden Bezirken.

Der Bündner Faciesbezirk umfasst Graubünden und Vorarlberg, doch sind die Grenzen gegen den südalpinen Faciesbezirk hin noch nicht genau festgestellt. Gegen Osten bildet ja das triasfreie Gebiet eine natürliche Scheide, dasselbe ist nach Westen der Fall, wo eine Linie von der Berninagruppe bis Chur gezogen ungefähr anzeigt, wo die Triassedimente aufhören. Im westlichsten Theile des Engadin zeigt uns die Transgression in der Trias, dass wir einem Landrücken nahe sind, der das Absetzen von Sedimenten verhinderte. Nach Norden können wir die Grenzen noch mit Sicherheit angeben, da im Allgäu fast nur die oberste Trias aufgeschlossen ist. Ich vermute jedoch aus dem Charakter des Buntsandsteins, der bei Oberjoch (Hindelang) ansteht, dass das ganze Algäu noch zum Bündner Bezirk zu rechnen ist. Oestlich von Vorarlberg muss die Grenze in der Gegend von Innsbruck liegen, wo anscheinend ein Uebergang in die Berchtesgadener Facies stattfindet, welche nach den Untersuchungen von SCHLOSSER jedenfalls bis Brixlegg reicht. Wir besitzen zwar auch einige Beobachtungen von SKUPHOS aus dem Gebiet bei Imst, welches hier hauptsächlich in Betracht kommt, doch sind diese leider für unsere Zwecke unzureichend, weil die Profile nach v. GÜMBEL's Schema gedeutet sind. Es kommt am Tschigant bei Imst übrigens ein Dolomit vor, der jedenfalls dem Wettersteinkalk der Lagerung nach entspricht, aber in seinem Habitus sehr an gewisse Varietäten des Ramsaudolomites erinnert.

¹⁾ Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegone-Massivs in der Lombardei. Diese Zeitschr. 1897, p. 351, Anm.

In diesem Faciesbezirk ist die Aufeinanderfolge der Schichten nun folgende:

Zu unterst finden wir im Allgemeinen grobe, quarzitishe Conglomerate, fein- oder grobkörnige, rothe bis gelbe Sandsteine und Rauhwacken, letztere nehmen gewöhnlich die höchste Stelle ein. An einigen Stellen kommen in Graubünden auch kalkige Schiefer und Kalkconglomerate darin vor. Sandige, den Werfener Schichten ähnelnde Schiefer fehlen ebenfalls nicht. In Vorarlberg fanden sich an einigen Stellen fossilführende, lockere Mergelkalke mit Glimmerblättchen. Das Ganze wurde früher meistens irrthümlicher Weise als „Verrucano“ bezeichnet; besser ist jedenfalls der Ausdruck Bündner Buntsandstein, da die Schicht jedenfalls dem germanischen Buntsandstein entspricht. Darüber folgt in Graubünden fossilarmer, schwarzer, hornsteinreicher, gut geschichteter Dolomit oder Kalk mit glatten Schichtflächen. Nur von einer einzigen Stelle im Spölthal sind Kalke mit wulstiger Schichtfläche bekannt. In Vorarlberg aber liegen auf dem Buntsandstein dunkle bis hellgraue Kalke mit welliger und wulstiger Schichtfläche; häufig sind dünne Mergellagen eingeschaltet. An einigen Stellen jedoch findet sich auch dunkelgrauer bis schwarzer Dolomit, welcher dem Graubündens sehr ähnlich sieht. In Vorarlberg führt der Muschelkalk öfters zahlreiche Fossilien. Die über dem Muschelkalk liegende ladinische Stufe zeigt einen stärkeren Facieswechsel. In Graubünden bilden den untersten Theil meistens schwarze, dünnbankige Kalke, welche mit schwarzen Mergeln wechsellagern; sie entsprechen jedenfalls den oberbayrischen Partnachschiechten. Bisher ist aus dieser Schicht nur *Bactryllium Schmidti* bekannt geworden. In Vorarlberg bestehen die Partnachschiechten nach SKUPHOS aus Mergeln und Kalken (vergl. p. 706), doch sind sie im Allgemeinen an den einzelnen Localitäten aus recht gleichförmiger Gesteinsmasse zusammengesetzt.

Da wo in Graubünden die Mergelfacies ausgebildet ist, folgt über ihr eine Lage grauer Dolomite, welche ich als Arlbergdolomit bezeichnet habe; sie reicht bis zu den Raibler Schichten; an anderen Stellen ist die Reihenfolge: Partnachschiechten, grauer Dolomit, Rauhwacken-Sandsteine, grauer Dolomit, Raibler Schichten. An anderen Stellen sind die Partnachschiechten durch grauen Dolomit ersetzt. Ja zuweilen reicht die Dolomitlage vom Muschelkalk bis zu den Kössener Schichten.

In Vorarlberg folgt über den Partnachschiechten der 400 bis 500 m mächtige Arlbergkalk oder Dolomit.

Die nun folgende Raibler Stufe besteht in Graubünden im Allgemeinen aus rothen und gelben Sandsteinen, rothen, sandigen

Schiefern und gelben Rauhwacken; häufig trifft man bloss einen Rauhwacken-Horizont. In Vorarlberg unterscheidet СКУРНОС von unten nach oben:

1. hellbraune Sandsteine mit Pflanzenresten.
2. schmutziggraue Mergel mit dünnbankigen Kalken.
3. dunkelgrauen, festen Kalk, welcher auch in Dolomit mit *Megalodon triqueter* übergeht.
4. Kalk, Sandsteine, Mergel, Gyps und Rauhwacken.

Hinzuzufügen ist, dass häufig die Raibler Schichten fast nur aus Rauhwacken bestehen, dass einer der Sandsteinzüge fehlt, oder dass nur zwei Sandsteinbildungen mit wenig mächtiger Kalk-zwischenlage vorhanden ist.

Ueber die nun folgende Hauptdolomitstufe ist nichts Besonderes zu erwähnen.

Den Abschluss bildet die Rhätische Stufe. Sie besteht in Graubünden meistens aus stark umgewandelten Kalkschiefern, doch wird ein grösserer Theil häufig durch grauen bis rothen, häufig brecciösen Kalk ersetzt, den man als Steinsberger Kalk bezeichnet. An einer Stelle kommt auch Rhätischer Kalk (Dachsteinkalk im Sinne v. GÜMBEL's) vor. In Vorarlberg sind normale Kössener Mergel vorherrschend.

Oberbayerischer Faciesbezirk.

Dieser Bezirk ist vielleicht von allen in den Alpen am besten bekannt, wenn auch die Beobachtungen in zahlreichen Detailarbeiten verstreut sind.

Wie sich bereits aus dem vorhergehenden Kapitel ergibt, ist die Grenze gegen Westen nicht mit Sicherheit festzustellen, es ist fraglich, ob das Algäu noch dazu gehört. Den grössten Theil des Bezirkes nimmt das oberbayerische Gebirge ein, sowie ein Theil von Nord-Tirol. Die Grenze zwischen diesem Faciesbezirk und dem Berchtesgadener verläuft im Westen auf der Nordseite des Innthales, folgt dem Südrande des Kaisergebirges und weicht nun nach Norden ab, um über das Fellhorn, die Kammerkehr bei Waidring, das Sonntagshorn bei Unken das Thal der Saalach zu erreichen. Sie streicht dann über den Thumsee und tritt in die Senkung von Reichenhall ein. Hier ist der Bezirk auf einen schmalen Raum beschränkt, und offenbart sich nur in den Hauptdolomit-Aufschlüssen bei Salzburg. Schon am Eintritt des Salzachthales weicht aber die Grenze wieder nach Süden aus und biegt erst bei Golling wieder nach Westen um, wie dies im ersten Theil der Arbeit bereits geschildert ist. Die Ostgrenze gegen die Lunzer Facies ist leider unbekannt. Nach Norden wird die

Grenze durch den Flysch, sowie durch das Tertiär und Quartär der oberbayerischen Hochebene und ihrer Fortsetzung nach Osten gebildet.

Werfen wir nun einen Blick auf die Gliederung der Schichten in diesem Gebiet. Den untersten Theil bilden Werfener Schiefer, d. h. rothe, sandige, glimmerhaltige Schiefer und gelbe Rauhwacken. Diese Schicht hat geringe Verbreitung, sie tritt nur im Karwendel und den angrenzenden Gebirgszügen auf. Grössere Wichtigkeit hat der alpine Muschelkalk, welcher aus schwarzen bis blaugrauen Kalken mit Hornstein-Ausscheidungen besteht und welcher an einigen Stellen sich von oben nach unten gliedern lässt:

1. Ammoniten-Horizont, wenige Meter.
2. Brachiopoden-Horizont, ca. 200 m.
3. Gastropoden-Horizont oder Dolomifacies ohne Fossilien, ca. 100 m.

Eine besondere Facies ist der Reichenhaller Kalk mit eigenartiger Fauna, welcher an der Grenze gegen den Berchtesgadener Triasbezirk auftritt.

Aus dem alpinen Muschelkalk entwickeln sich nach oben mehr oder weniger dünnbankige, schwarze Kalke, welche allmählich in Mergel mit eingelagerten Kalkbänken übergehen. Diese führen reichlich dicke Hornsteinknollen. In den unteren Kalken findet sich zuweilen *Halobia partanensis* SCHAFF., in den Mergeln verschiedene Halobien-Arten und *Koninckina Leonhardi*, in den eingelagerten Kalkbänken hauptsächlich Brachiopoden, darunter am häufigsten *K. Leonhardi*. An einzelnen Punkten (Gegend von Füssen-Hohenschwangau) sind die Mergel wenig mächtig, sie werden durch blaugraue bis röthliche Kalke ersetzt; anderswo fehlen die Kalke ganz, dafür tritt über den wenig mächtigen Mergeln Dolomit mit Fossilien der Partnachsichten auf (Hohenschwangau). Im Karwendel ist ebenfalls eine Facies dunkler Kalke vorhanden. Am Laubenstein im Chiemseegebiet fehlen die Partnachsichten gänzlich.

Ueber den Partnachsichten und an einigen Stellen direct über dem alpinen Muschelkalk liegt der Wettersteinkalk, dessen unterer Theil als Facies der Partnachsichten aufzufassen ist. Es ist ein weisser, selten grauer oder bläulicher, dichter Kalk mit geringem Thongehalt. Häufig weist er GROSSOOLITHSTRUCTUR auf, die von ROTHPLETZ¹⁾ z. Th. als Algenbildung gedeutet wird. Den grössten Theil des Wettersteinkalkes setzen wohl Kalkalgen (Di-

¹⁾ Botanisches Centralblatt, 1892, No. 35.

ploporen) zusammen, doch kommen auch Bänke mit Korallen vor. Die Ausbildung ist eine sehr gleichförmige vom westlichen Algäu bis Reichenhall.

Die nach oben folgenden Raibler oder *Cardita*-Schichten setzen sich zusammen aus: gelbbraunen Sandsteinen mit Pflanzenresten, hellen oder gelbgrauen Dolomiten, blaugrauen Kalken, bräunlichen, thonigen Kalken, hellen bis grauen Kalken oder Dolomiten, Schieferletten, Sphärocodien-Kalken und Rauhwacken; doch ist die Ausbildung und Zusammensetzung der Raibler Schichten an verschiedenen Punkten sehr verschieden, wie wir dies bereits vorher ausführlich geschildert haben.

Da v. WÖHRMANN's Versuch, diese Ablagerungen in 2 Horizonte zu zerlegen, sich im oberbayerischen Horizont nicht durchführen lässt (vgl. p. 719), verliert auch der Versuch ROTHPLETZ' und SALOMON's, den unteren Horizont als „Haller Schichten“ der ladinischen Stufe zuzuzählen, von selbst seine Bedeutung.

Die *Cardita*-Schichten werden von Hauptdolomit überlagert, der an einigen Stellen Asphaltchiefer mit Fischresten führt, im Uebrigen aber fossilleer ist. Den oberen Theil des Hauptdolomits ersetzen oft Plattenkalke mit meist winzigen Gastropoden. Dies sind dünnbankige, meist hellgraue, in ihrer Mächtigkeit wechselnde Kalke.

Das Rhät hat im Allgemeinen eine recht gleichmässige Entwicklung; die Regel ist, dass zu unterst Kössener Mergel mit eingelagerten Kalken liegen, darüber der Rhätische Kalk (Dachsteinkalk im Sinne v. GÜMBEL's), doch kann dieser auch direct auf der Hauptdolomitstufe liegen. Dass einzelne Gebiete rhätfrei sind, dürfte auf locale Verhältnisse zurückzuführen sein (siehe ROTHPLETZ, Vilser Alpen; Böse, Hohenschwangauer Alpen).

Berchtesgadener Faciesbezirk.

Ich habe die Ausdehnung und die Schichten dieses Bezirkes schon im ersten Theil der Arbeit so ausführlich beschrieben, dass ich mich hier kurz fassen kann. Nach Norden wird der Bezirk begrenzt durch den der oberbayerischen und weiter östlich durch den der Lunzer Facies. Bis zum Salzkammergut haben wir die Grenze bereits im vorigen Abschnitt beschrieben. Sie verläuft dann nördlich vom Ennsthal, übersetzt dieses zwischen Hieflau und Altenmarkt, folgt den nördlichen Abhängen des Hochschwab und der Mürzthaler Kalkalpen bis Wiener Neustadt. Nach Süden bilden die alten Schichten der Centralalpen die Grenze; nur in den Radstädter Tauern findet sich ein isolirtes südliches Stück. Am Hochschwab bei Aflenz und bei Johnsbach in der Nähe des

Gesäuses bildet die südliche Grenze der Aflenzer Faciesbezirk. Nach Osten verschwindet der Faciesbezirk in der Ebene bei Wien.

Was den Schichtenaufbau angeht, so kann ich ebenfalls auf den ersten Theil der Arbeit verweisen, wo sich ein Kapitel ausführlich damit beschäftigt, er ist übrigens einfach genug. Zu unterst finden sich die Werfener Schiefer, welche in zwei Stufen zerfallen: eine untere des *Myacites fassaënsis* (wenigstens ist dort das Hauptlager), und eine obere, welche durch das Vorkommen von *Naticella costata* charakterisirt wird. Wo die Schichtenfolge die meisten Glieder aufweist, findet sich über den Werfener Schiefern der alpine Muschelkalk in der Facies des Reichenhaller Kalkes oder Dolomites. Diese Stufe vertritt den unteren Muschelkalk, seltener ist der normal ausgebildete alpine Muschelkalk; nur an wenigen Stellen findet sich der Muschelkalk in Hallstätter Facies als Schreyeralms- oder Lärcheck-Kalk ausgebildet, mit fast reiner Ammonitenfauna, welche sich auf's Engste an die des bosnischen Muschelkalkes anschliesst. Diese Facies entspricht jedenfalls einem sehr hohen Theil des Muschelkalkes, wenn sie nicht z. Th. gar schon der ladinischen Stufe angehört, zu welcher Ansicht BRITTON¹⁾ sich zu neigen scheint, und die auch ich für ausserordentlich wahrscheinlich halte. Ueber den Werfener Schichten oder auch über dem Muschelkalk, je nachdem dieser erkennbar ausgebildet ist oder nicht, baut sich eine mächtige Dolomitmasse auf, welche wir als Ramsaudolomit bezeichnet haben, während er von Anderen früher schon Unterer Dolomit genannt wurde. Diese Dolomitmasse, welche zum grössten Theile aus Diploporen, zum kleineren aus anderen organischen Resten aufgebaut zu sein scheint, kann alle Sedimente zwischem dem Dachsteinkalk und den Werfene Schichten vertreten, doch sind an den meisten Stellen die Raibler Schichten als eine geringmächtige Bank (an einigen Stellen nur 10—20 cm) von *Halobia*-Schiefern (Rainingrabener Schiefern), *Cardita*-Oolithen, pflanzenführenden Sandsteinen und Mergeln, sowie als eine darüber liegende, mehr oder weniger mächtige Masse geschichteter Dolomite ausgebildet. Ueber ihnen baut sich die Masse des Dachsteinkalkes auf, deren Gliederung bisher nicht gelungen ist. An der unteren Grenze des Dachsteinkalkes finden sich, vielleicht einen Theil der Raibler Schichten vertretend, die karnischen Hallstätter Kalke mit der bekannten Sandling- und Feuerkogel-Fauna, im Dachsteinkalk selber Linsen Hallstätter Kalkes mit der bekannten norischen Fauna. Auffallend ist es immerhin, dass wir wirklich reiche Fundorte

¹⁾ Ueber die stratigraphische Stellung des Lunzer Sandsteins in der Triasformation. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1897, p. 446.

bisher nicht aus dem Gebiete des wenig gestörten Dachsteinkalkes kennen, sondern nur aus dem eigentlichen Hallstätter Kalk, der stets in kleine Schollen zerbrochen ist.

Ueber dem Dachsteinkalk liegen an einigen Stellen die Kösener Schichten, meistens als dünnplattige Kalke mit Bivalven und Brachiopoden ausgebildet und nur schwer vom Dachsteinkalk zu unterscheiden. An anderen Orten wird der Dachsteinkalk von Lias und zwar gewöhnlich dem mittleren Lias überlagert, doch kommt auch die Ueberlagerung durch unteren Lias vor.¹⁾ Eine bestimmte Grenze zwischen dem rhätfreien und dem Rhätgebiet hat sich bisher noch nicht ziehen lassen, da nur wenige Fundpunkte des Rhät im eigentlichen Hochgebirge der Dachsteinkalkmassen bekannt sind. Im Steinernen Meer liegen beide Gebiete sehr nahe aneinander.

Zum Rhät dürfen wir die Zlambachschichten des Salzkammergutes wie die der Scharitzkehl bei Berchtesgaden rechnen; man möchte sagen, wir haben in diesen die Lagunenfacies des Rhät zu sehen; doch ist das nicht ganz richtig, weil wir über die Facies des Rhät und deren Verbreitung im Berchtesgadener Bezirk noch verhältnissmässig wenig wissen.

Lunzer Faciesbezirk.

Die Grenzen dieses Bezirkes sind, soweit sie sich heute feststellen lassen, schon im ersten Theil dieser Arbeit angegeben worden, wenigstens die Südgrenze, welche z. Th. mit der Nordgrenze des Berchtesgadener Bezirkes zusammenfällt. Die westliche Grenze ist noch unbestimmt, sie muss irgendwo im nördlichen Salzkammergut liegen. Nach Osten erstreckt sich die Facies bis in die Gegend von Wien, ihre Grenze fällt dort ziemlich genau mit derjenigen der Alpen überhaupt zusammen. Im Norden wird der Faciesbezirk durch die Zone der Kreide- und Tertiärablagerungen begrenzt, welche den Nordrand der Alpen und das Alpenvorland zusammensetzen.

Was die Aufeinanderfolge der Schichten betrifft, so finden wir zu unterst die Werfener Schiefer, und zwar in derjenigen Ausbildung, welche sich, wie im Bezirke der Berchtesgadener Facies, auch hier in 2 Theile gliedern, einen unteren, sandig-schieferigen und einen oberen, mehr kalkigen. Ueber diesen liegt der Reichenhaller oder Gutensteiner Kalk. Die Identität dieser beiden Kalke ist neuerdings durch BITTNER²⁾ nachgewiesen worden, wel-

¹⁾ Siehe auch v. KRAFFT's Arbeit über den Lias des Hagengebirges.

²⁾ Ueber die Auffindung der Fauna des Reichenhaller Kalkes im Gutensteiner Kalke bei Gutenstein. Verh. k. k. geol. R.-A., 1897, No. 10, p. 201.

cher heute die Reichenhaller Kalke definiert „als die unterste Abtheilung der Gutensteiner Kalke, welche durch eine besondere, wenn auch sehr ärmliche und indifferente, so doch ausserordentlich constante und weit verbreitete, in der ganzen Erstreckung der österreichischen Nordkalkalpen, vom Fürstenthume Liechtenstein im Westen bis zur Burg Liechtenstein bei Mödling - Wien im Osten nachgewiesene Fauna, die sog. Reichenhaller Fauna, charakterisirt wird.“ Dem stimme ich vollkommen bei, nur möchte ich die Angabe über die geographische Verbreitung etwas modificiren; in Vorarlberg sind die Reichenhaller Kalke nicht nachgewiesen. Was SKUPHOS als „Schichten mit *Natica stanensis* PRÜHL.“ bezeichnete, gehört den Werfener Schichten an¹⁾; auch hat man in diesen Schichten niemals *Natica stanensis* PRÜHL. gefunden, dagegen echte Buntsandstein-Fossilien. Es ist bedauerlich, dass durch SKUPHOS' falsche Identificirung dieser Schichten mit den Myophorien - Schichten ROTHPLETZ' ein Irrthum hervorgerufen worden ist. Ich wiederhole, dass echte Reichenhaller Kalke in Vorarlberg bis heute nicht nachgewiesen sind (vergl. das Kapitel über den Reichenhaller Kalk im ersten Theil dieser Arbeit).

Ueber dem Reichenhall-Gutensteiner Kalk liegen die Reiflinger Kalke, deren unterer Theil nach v. ARTHABER die Zone des *Ceratites binodosus* vertritt, während die untere Partie der oberen Reiflinger Kalke als Zone des *Cer. trinodosus* anzusehen ist. Aber auch die Schreyeralmschichten sind hier entwickelt, wie uns BITTNER'S Fund des *Ptychites flexuosus* im grauen, grünflaserigen Kalk des Gamssteines beweist.

Im oberen Theil der Reiflinger Kalke treten Mergelschiefer mit *Halobia Lommeli* auf, welche also die ladinische Stufe einleiten. Darüber liegen die Aonschiefer. Die weitere Gliederung dieser Schichten der ladinischen Stufe ist oben (pag. 712) ausführlich besprochen worden. Dort ist auch gezeigt, weshalb die oberen Reiflinger Kalke und die Aonschiefer als gleichalterig mit den Partnach- und den Wengen-Cassianer Schichten anzusehen sind. Die Kalkalgenriffe, welche in der oberbayerischen Facies eine so wichtige Rolle spielen, sind im Lunzer Gebiet nicht vorhanden, hier finden wir nur die Kalkmergelfacies, welche sich in ihrem Aussehen sehr derjenigen des alpinen Muschelkalkes der gleichen Region nähert. Nur bei Weyer treten Kalke auf, welche den Wettersteinkalken zu entsprechen scheinen, doch ist leider dieses westliche Grenzgebiet recht unbekannt und zu wenig durchforscht.

¹⁾ Vergl. BÖSE, l. c., Engadin, p. 605.

Ueber der ladinischen Stufe bauen sich der Reihe nach auf: Raingrabener Schiefer, Lunzer Sandstein und Opponitzer Kalk, welche die Raibler Stufe vertreten. Ueber diesen finden wir den Hauptdolomit, welcher wenig von dem oberbayerischen abweicht. Der obere Theil wird oft durch Kalke eingenommen, welche man als niederösterreichischen Dachsteinkalk bezeichnet; doch wäre es besser, um Missverständnisse zu vermeiden, den Namen in Plattenkalk umzuwandeln, oder einen neuen Namen zu wählen.

Die Hauptdolomit-Stufe wird vom Rhät überlagert, dessen Ausbildung ganz mit derjenigen in Oberbayern übereinstimmt, echte Kössener Mergel und Rhätische Kalke bilden die Bestandtheile dieser Stufe; auch hier wird man aber wohl die Bezeichnung „oberer Dachsteinkalk“ aufgeben müssen.

Aflenzer Faciesbezirk.

Ueber diesen kleinen, aber wichtigen Faciesbezirk wissen wir wenig, um Grenzen und Gliederung eingehend darstellen zu können. Er bildet offenbar einen schmalen Streifen zwischen dem Gesäuse-Hochschwab und den krystallinischen Schichten und paläozoischen Schiefern der Centralalpen. Viel mehr lässt sich gegenwärtig über die Grenzen noch Nichts sagen; doch ist Einiges über die Nordgrenze des Bezirkes im ersten Theil dieser Arbeit mitgetheilt worden.

Auch hier scheint die Reihenfolge mit Werfener Schichten und dem darüber lagernden Gutensteiner Kalk zu beginnen, welcher letzterer nach oben in dunklen und weiterhin in hellen Dolomit übergeht. Bei Aflenz folgen dann dunkle mit schieferigen, mergeligen Zwischenlagern wechselnde Gesteine. Besser ist die ladinische Stufe bei Johnsbach ausgebildet. Dort findet man dunkle Kalke und Mergel mit *Koninckina Leonhardi*. Ueber diesen folgen direct die Raingrabener Schiefer mit *Halobia rugosa* und weiter aufwärts die Hüpflinger Kalke, welche beiden Schichten die Raibler Stufe vertreten. In welcher Weise nun die jüngeren Schichten ausgebildet sind, darüber lässt sich heute noch nichts Sicheres sagen.

Die wichtigsten Unterscheidungs-Merkmale der Faciesbezirke.

Da wir in den vorhergehenden Abschnitten kurz die Grenzen zwischen den einzelnen Bezirken und die Ausbildung der Schichten in jedem derselben dargestellt haben, so bleibt noch übrig, hier hervorzuheben, wodurch sich die Bezirke von einander unterscheiden. Die Hauptrolle spielt hier natürlich der Gesamthabitus; in zweiter Linie kommt die besondere Ausbildung ein.

zelter Stufen in Betracht; beides drückt sich auch im Charakter der Landschaft aus. Deshalb haben ähnliche Bezirke auch ähnliche Landschaftsbilder. Der Gesamthabitus lässt sich schwer beschreiben, wir müssen hier als Unterscheidungsmerkmale die besondere Ausbildung einzelner Stufen heranziehen, da sich der Habitus nur in der Praxis kennen lernen lässt. Vorangeschickt sei hier, dass ich mich im Folgenden der BITTNER'schen Bezeichnungen für die natürlichen lithologischen Gruppen bedienen werde, wie man sie in der angehängten Tabelle findet.

Wir beginnen wiederum im Süden. Der Osten des süd-alpinen Faciesbezirkes ist ausgezeichnet durch das Vorherrschen heller Dolomitmassen in der unteren wie in der oberen Kalkgruppe, der Westen durch das Vorherrschen von grauem Kalk in der unteren und Dolomit in der oberen Kalkgruppe. Für den ganzen Süden ist das Vorkommen von Tuffen in der unteren Kalk- und in der mittleren kalkarmen Gruppe bezeichnend. Während aber der Osten eine normale Ausbildung des Buntsandsteins, der unteren kalkarmen Gruppe, aufweist, besitzt der Westen eine solche, die viel mehr Mergel und Kalk enthält.

Der Bündener Faciesbezirk zeigt uns vor Allem eine ganz abweichende Facies des Buntsandsteins, doch kommen diese Conglomerate und Sandsteine nicht blos einem Bezirk zu und sind in Folge dessen auch nicht als Unterscheidungsmerkmal zu verwerthen. Bezeichnend ist hier vielmehr im Süden das Vorherrschen von Dolomiten in der unteren wie in der oberen Kalkgruppe und zwar von Dolomiten, welche sich äusserlich erheblich von denjenigen des süd-alpinen Bezirkes unterscheiden; sie zeichnen sich vor Allem constant durch dunklere Farbe aus. Auch die Ausbildung in Vorarlberg weicht von derjenigen der anderen Bezirke ab, besonders durch die petrographische Ausdehnung des Arlbergkalkes, doch muss man gerade in diesem Bezirk auch den allgemeinen Habitus berücksichtigen.

Der oberbayerische Faciesbezirk zeichnet sich vor Allem durch die mächtigen dickbankigen, hellen Kalke in der ladinischen Stufe aus, die wir sonst nirgends finden; nur der Esinokalk ähnelt ihnen, ist aber dunkler. Ueberhaupt unterscheidet sich gerade die Ausbildung der unteren Kalkgruppe von derjenigen aller übrigen Bezirke, doch ist auch eine starke Abweichung in der mittleren kalkarmen Gruppe nicht zu verkennen. Auffällig ist in diesem Bezirk der Wechsel zwischen starken Kalkmassen und bedeutenden Mergel- oder Sandstein-Ablagerungen. Man kann hier 4 kalkarme Gruppen aufstellen (Werfener Schiefer, Partnachschichten, Raibler Schichten, Kössener Schichten) und 4 Kalkgruppen (Alpiner Muschelkalk, Wettersteinkalk, Hauptdolomit,

Rhätischer Kalk), Gruppen, die fast in dem ganzen Bezirk constant sind.

Dagegen weist der Berchtesgadener Bezirk einen viel geringeren Gesteinswechsel auf; in ihm ist die Lage der Dolomit- zur Kalkmasse gerade umgekehrt, wie im vorhergehenden. Während in Ober-Bayern die Kalkmasse in der unteren Kalkgruppe liegt, befindet sie sich im Berchtesgadener Bezirk in der oberen. Umgekehrt ist es mit der Dolomitmasse. Hierdurch sind denn auch mancherlei Verwechselungen entstanden. Bezeichnend ist für diesen Bezirk die eigenartige dolomitische Ausbildung der unteren Kalkmasse, das Zusammenschrumpfen der mittleren kalkarmen Gruppe (oft auf wenige Centimeter) und die mächtigen Kalkgebilde in der oberen Kalkgruppe.

Der Lunzer Bezirk findet sein unterscheidendes Merkmal hauptsächlich in dem Fehlen der mächtigen Riffkalke der ladinischen Stufe, sowie in der grösseren Mächtigkeit der mittleren kalkarmen Gruppe.

Dasselbe ist im Aflenzer Bezirk der Fall, welcher durch den Berchtesgadener vom Lunzer getrennt wird; doch fallen uns im Aflenzer Bezirk auch die eigenartigen Hüpflinger Kalke in der Raibler Stufe auf.

Wie sehen also, dass die Haupt-Unterscheidungsmerkmale fast überall hauptsächlich in der unteren Kalkgruppe und in der mittleren kalkarmen Gruppe auftreten. Diese sind ja die Gruppen, welche der Gliederung sowie der Vergleichung mit ausseralpinen Vorkommnissen die grössten Hindernisse in den Weg gelegt haben, und gerade sie sind auch bezeichnend für die alpine Ausbildung, wo in diesem Falle allerdings noch die obere Kalkgruppe hinzukommt. Die untere und die obere kalkarme Gruppe bietet dagegen viel weniger Schwierigkeiten.

Uebrigens scheint in Europa die hier beschriebene Ausbildung der unteren Kalkgruppe auf die Alpen beschränkt zu sein. Allerdings wissen wir ja, dass die Carrara-Marmore des nördlichen Appenin wahrscheinlich der ladinischen Gruppe angehören, also dem Wettersteinkalk entsprechen, dem sie am meisten äusserlich ähneln, besonders dort, wo sie weniger stark umgewandelt sind. Im Süden von Italien¹⁾ finden wir zwar auch noch Riffkalke in der ladinischen Stufe, und zwar solche, die äusserlich dem Esinokalk ähneln, aber sie sind wenig mächtig und die Mergelschiefer der ladinischen Stufe werden durch petrographisch abweichende Kieselschiefer ersetzt, wie sie uns aus der alpinen

¹⁾ Siehe die Arbeiten von DE LORENZO, ausserdem die von Böse und von DI-STEFANO.

Trias unbekannt sind. Die Kieselkalke, welche sie unterlagern, erinnern zwar an gewisse Varietäten der Buchensteiner Kalke und der Partnachschichten, ohne dass man sie jedoch direct mit diesen identificiren könnte. Die Raibler Stufe scheint als Dolomit ausgebildet zu sein, jedenfalls ist kein kalkarmes Aequivalent für sie vorhanden. Erst die oberste Abtheilung der Trias (vom Rhät abgesehen) nähert sich der alpinen Ausbildung, weshalb wir sie auch als Hauptdolomit bezeichnet haben, die Fauna dieser Ablagerung stimmt mit derjenigen des lombardischen Hauptdolomits überein. So sehen wir, dass auch hier die Abweichung hauptsächlich in der ladinischen Stufe zu finden ist.

Die Phasen des Triasmeeres in den Ostalpen.

Vor einigen Jahren hat v. WÖHRMANN versucht, die einzelnen Hebungen und Senkungen, welche der Boden der Alpenregion zur Triaszeit erfahren hat, darzustellen. Er ging dabei, meiner Ansicht nach, viel zu sehr auf Details ein; unsere Detailkenntnisse sind noch zu dürftig, als dass wir die Entwicklung jedes Unterhorizontes in jedem Theil der Alpen darstellen könnten, ausserdem wusste v. WÖHRMANN die Bedeutung des Berchtesgadener Faciesbezirkcs nicht zu würdigen. Wir werden uns daher an dieser Stelle mit den Phasen des Triasmeeres in den Ostalpen nur ganz im Allgemeinen beschäftigen können.

Die Triasperiode beginnt in den Alpen mit einer energischen Hebung, welche allerdings im Westen bis in's Perm zurückreicht. Die Hebung ist im Nordwesten energischer als im Osten und Süden. Im Nordwesten, d. h. in Graubünden, Vorarlberg und Nord-Tirol, bilden sich grobe Conglomerate und Sandsteine, nur an wenigen Stellen kommt es zur Bildung von Mergelschiefern, nirgends zu einer von Kalken. Ganz anders liegt es in den übrigen Theilen der Ostalpen. Hier beginnt die Trias mit sandigen Schiefern, und nach oben stellen sich bereits mergelige und kalkige Bildungen ein. Dieses weist darauf hin, dass die Hebung und hauptsächlich Bildung von Landmassen im Westen erfolgte. Aus dem Nordwesten zieht sich nun die Hebung gegen Südwesten; nämlich zu Beginn der Zeit des alpinen Muschelkalkes, in den übrigen Gebieten tritt eine leichte Senkung ein. In der Lombardei und Südwest-Tirol finden wir im Muschelkalk noch sandige Bildungen, im höchsten Theile des Ober-Engadin fehlt der Muschelkalk überhaupt. Zur Zeit des oberen Muschelkalkes fand jedoch die Senkung ganz allgemein statt, nur das Ober-Engadin ist davon ausgenommen. Es entwickelte sich ein reiches Thierleben, und an manchen Stellen begann bereits die Bildung

jener Algenriffe oder wohl besser Algenblöcke, welche für die ladinische Periode so bezeichnend sind. Ich kann den Ausdruck Riff nur im uneigentlichen Sinne anwenden, indem ich damit eine Kalkmasse bezeichne, welche sich über die sie umgebende Mergel- und Tuffniederschläge erhebt, während man sonst bei dem Begriff Riff zugleich an steile Abstürze der Ränder denkt. Diese Algenriffe, in denen jedenfalls auch eine reiche Fauna lebte, beginnen zur Muschelkalkzeit sich an einzelnen Stellen Südwest-Tirols, Graubündens, im östlichen Ober-Bayern, und dem ganzen Berchtesgadener Faciesbezirk zu bilden. Theilweise reicht die Bildung bis zur oberen Grenze der Werfener Schiefer, theils beginnt sie erst im oberen Muschelkalk. Beim Beginne der ladinischen Zeit werden die Bewegungen der Erdkruste im Süden stärker, damit sind starke Eruptionen verbunden, deren Tuffmaterial den Anfang dieser Zeit bezeichnet. Im Westen und Norden dagegen setzen sich die Kalkbildungen bis in die ladinische Zeit fort, um dann in Mergelbildungen überzugehen, was darauf hindeutet, dass das Festland jetzt weiter entfernt ist, so dass sich Schlamm bilden kann. Die Algenriffe wachsen stetig fort und verbreiten sich bald nach den Seiten. Im jüngeren Theil der ladinischen Zeit bilden die Algenriffe in Süd-Tirol und der Lombardei eine zusammenhängende Masse, ebenso in Graubünden, Vorarlberg, Nord-Tirol, Ober-Bayern und Salzkammergut, um sich dann, als langgestreckte Zunge den Centralalpen parallel und an Breite gegen Osten abnehmend, bis Wien zu erstrecken. Nördlich und südlich von dieser grossen Zunge befindet sich tieferes Meer, in dem sich Schlammabsätze bilden. Auch im Südosten bilden sich solche tieferen Stellen, wo Algenriffe fehlen. Am Ende der ladinischen Zeit beginnt im Westen wiederum eine Hebung. Im ganzen westlichsten Theil der Ostalpen beginnen Sandsteinabsätze, diese Hebung nimmt nach Osten zu, so dass sich im mittleren Theile der Raibler Zeit überall Sandsteine bilden. Die Raibler Zeit ist eine Periode energischer Gebirgsbildung. Am Ende der Raibler Zeit tritt wieder eine ruhige Senkung ein und es bilden sich die grossen Kalkmassen, welche wir als Raibler Kalk, Dachsteinkalk, Hauptdolomit u. s. w. kennen gelernt haben. Diese Kalkdolomitmassen sind nur an wenigen Stellen die directe Fortsetzung der Algenriffe; in anderen Theilen mögen Korallen und andere Thiere sich hauptsächlich an dem Aufbau betheiligt haben, wenn auch das Vorhandensein wirklicher Korallenriffe heute noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden ist. Jedenfalls bildet sich südlich und nördlich von den Centralalpen eine ziemlich einheitliche Kalkdolomitplatte. Damit beginnen die Faciesgrenzen zu verschwinden oder besser sich zu verschieben. Noch reicht im Rhät

das Meer an einzelnen Stellen bis in die Centralalpen, aber es fehlen die scharf abgegrenzten Faciesbezirke der mittleren Trias, kaum dass sich der Haupttheil des Berchtesgadener Bezirkes so weit von den anderen Theilen unterscheidet, dass er noch kalkige Bildungen aufweist. Aber einzelne Theile gerade dieses Bezirkes beginnen sich über die Oberfläche des Wassers zu erheben, so dass die Meeresbrandung zu erodiren anfängt; es entstehen Höhlungen und Gruben, wie sie Derjenige beobachten kann, welcher heute bei Ebbe vom Hafen bei Livorno nach Süden am Strande entlang geht, oder wie man sie auch an Theilen der englischen Küste sieht. Nach Norden liegt dagegen ein tieferer Bezirk, der die normalen Absätze von Schlamm und Kalk gestattet. Local giebt es auch an anderen Punkten rhätfreie Gebiete, nämlich da, wo bereits Kalkbarrieren bestehen, die nun zu stark gehoben sind, als dass sich thierisches Leben darauf entwickeln könnte (Vils-Hohenschwangau). Am Ende der Triaszeit erhebt sich der Kern der Alpen noch mehr, das Meer tritt weiter zurück und damit wird die Juraperiode eingeleitet.

Ueber das Verhältniss der alpinen zur germanischen Trias.

Nur ungern widme ich diesem Gegenstande noch ein besonderes Kapitel, aber es ist in den letzten Jahren so viel darüber disputirt worden, dass ich gezwungen bin, wenigstens die Gründe anzuführen, weshalb ich nicht darüber sprechen möchte.

Man hat von Anfang an das Bestreben gehabt, die alpine Trias nach dem Schema der deutschen zu gliedern, man vergleiche nur die älteren Arbeiten, wie z. B. v. GÜMBEL's Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Das war ein natürliches Bestreben, da die germanische Trias genau bekannt und ihre Fauna für jene Zeit eingehend genug studirt war. Doch die Identificirung wollte nicht recht gelingen. Schon BENECKE¹⁾ sagte damals: „Unter allen zwischen alpinen und ausseralpinen Triasbildungen gezogenen Parallelen hat keine eine gleiche Anerkennung gefunden, als die von OPPEL und SUSS zuerst ausgesprochene Gleichstellung der Kössener Schichten und der obersten Keuperschichten Schwabens. Mit Recht bezeichnet man auch das Jahr 1856 als ein epochemachendes in der Geschichte der Alpen-Geologie. Seitdem sind mancherlei weitere Versuche gemacht worden, auch die tiefer liegenden Schichten in Uebereinstimmung zu setzen, ohne dass man jedoch viel weiter gekommen wäre, als die drei ausseralpinen Glieder der Trias im Grossen und Ganzen

¹⁾ Ueber einige Muschelkalk - Ablagerungen der Alpen. Geogn.-paläont. Beiträge, II, p. 62.

wiederzuerkennen. Auch dies gilt eigentlich nur von dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk, denn der alpine Keuper trägt in sich selbst nur wenig Kennzeichen, welche an ausseralpine Bildungen gleichen Namens erinnern.“

Diese Worte haben noch heute im allerweitesten Sinne Geltung; alle bisher versuchten Identificirungen für die Schichten zwischen Buntsandstein und Rhät sind mehr oder minder auf Wahrscheinlichkeiten begründet, wirklich stricte Beweise sind bis heute nicht geliefert worden. Wir werden darauf noch zurückkommen. Vorerst aber sei mir die Frage gestattet, weshalb wir so eifrig suchen die deutsche mit der alpinen Trias zu parallelisiren. Früher, als man nur die germanische Trias neben derjenigen der Alpen kannte, war das wohl berechtigt, aber heute, wo wir wissen, dass die alpine Trias die normale Ausbildung auf dem grössten Theil der Erde ist, heute, wo wir die Triasgebiete Nord-Amerikas, Oceaniens und Asiens kennen gelernt haben, ist es doch eigentlich ein Unding, diese ungeheuren Bezirke mit jenem kleinen Gebiet im Innern Europas parallelisiren zu wollen. Ich meine, das Wichtigste ist für uns, die alpine Trias zu gliedern und ihre verschiedenen Facies zu erkennen. Von dieser Gliederung ausgehend, könnten wir versuchen, eine Parallele in der germanischen Trias aufzustellen. Deshalb gehört auch die alpine Ausbildung in den Lehrbüchern an die erste Stelle. Die alpine Trias hat sich durch ihre Bedeutung eine so wichtige Stellung in der Stratigraphie erzwungen, dass sie wohl ein eigenes Eintheilungsprincip verlangen kann. Es müsste ja überhaupt erst nachgewiesen werden, dass die Grenzen der Schichten zeitlich in der alpinen und der germanischen Trias zusammenfallen. Möglich ist das wohl, aber gewiss ist es keineswegs. Wir haben in den Alpen eine Fünftheilung nach Gesteinen, eine Sechstheilung nach Schichten. In der germanischen Trias haben wir zwar auch nach Schichten eine Fünftheilung, dagegen eine Dreitheilung nach Gesteinen. Ausserdem entsprechen die einzelnen Horizonte der germanischen Trias in Mächtigkeit keineswegs denjenigen der Alpen, was die Schwierigkeit noch bedeutend erhöht. Wollten wir die germanische Trias nach dem Princip eintheilen, welches wir in den Alpen befolgen, so würden wir nur zu einer Dreitheilung gelangen, nämlich Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, die sich unmöglicher Weise mit der Fünftheilung der Alpen in Uebereinstimmung bringen liesse; das hat in neuerer Zeit auch PHILIPPI¹⁾ betont.

¹⁾ Die Fauna des unteren *Trinodosus*-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen und des sog. „Cannstatter Kreidemergels.“ Jahreshefte des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1898, p. 218 und 228.

Wir müssen aber wiederholen, das keinerlei Nöthigung besteht, die alpine Trias nach dem Schema der germanischen zu gliedern; denn die alpine Trias ist von unendlich grösserer Bedeutung als die germanische; wenn also überhaupt ein einziges Schema durchgeführt werden soll, so muss das der germanischen Trias dem der alpinen angepasst werden und nicht umgekehrt.

Dies ist ein Grund für mich, die Parallelisirung der beiden grossen Facies nicht so in den Vordergrund zu stellen, wie dies gewöhnlich geschieht. Ein zweiter Grund liegt darin, dass unsere Kenntniss der alpinen und der germanischen Triasformen eine höchst verschiedenartige ist. Vor Allem sind die alpinen Arten den germanischen durchaus nicht gleichwerthig. Bevor wir an eine Vergleichung der Faunen gehen können, müssen die germanischen Formen von Grund aus neu beschrieben und abgebildet werden, beruht doch die Umgrenzung mancher Arten ganz auf Tradition. Andererseits kennen wir von der alpinen Fauna nur bestimmte Theile. Der Buntsandstein, der alpine Muschelkalk der Nordalpen, der Wettersteinkalk, der Esinokalk, der Hauptdolomit, das Rhät sind paläontologisch ungenügend bekannt. Gewiss liegen uns die sorgfältigen Beschreibungen von BITTNER, SALOMON, KITTL, J. BÖHM, KOKEN etc. vor, aber das ist doch nur ein geringer Theil, wie Jeder weiss, der sich mit der Bestimmung alpiner Formen zu beschäftigen hat.

Dies sind Bedenken, welche es uns wohl begreiflich machen, dass bisher bei der Vergleichung der germanischen mit der alpinen Trias keiner zu einem rechten Resultat gekommen ist. Mir scheint das Wichtigste, dass wir vor Allem zu einer Gliederung der alpinen Trias gelangen, welche von allen Seiten anerkannt und vor Allem auch von den Lehrbüchern angenommen wird. Man sehe doch nur die beiden Tabellen in CREDNER's Elemente der Geologie (8. Aufl., 1897, p. 552 u. 553), da stehen die Buchensteiner Schichten einmal in der norischen Stufe (richtiger ladinischen), das andere Mal im Muschelkalk; da ist das eine Mal der Marmolatakalk eine Facies der Wengen-Cassianer Schichten, das andere Mal liegt er unter diesen beiden. In Wirklichkeit kommt bei allen neueren gründlichen Untersuchungen wieder die alte Gliederung v. HAUER's zur Geltung. Ich habe auf der beigegebenen Tabelle gezeigt, wie die Schichten auf Grund von Specialuntersuchungen in den einzelnen Theilen gegliedert wurden, und habe gezeigt, wie diese Gliederungen mit einander in Einklang zu bringen sind. Dabei bin ich zu denselben Anschauungen wie der grösste Theil der im Felde arbeitenden Alpengeologen gelangt, wenn auch einzelne kleine Differenzen vorliegen mögen.

Ich schlage nun vor, eine sechstheilige Stufengliederung der alpinen Trias anzunehmen und diese wiederum in drei Theile zu theilen, ganz unabhängig von der Gliederung der germanischen Trias und zwar in folgender Weise:

	Stufen.	Lithologische Hauptgruppen.		
Obere Trias	Rhätische Stufe	Obere kalkarme Gruppe (Kössener Gruppe)		V
	Norische Stufe	Obere Kalkgruppe (Hauptdolomit - Gruppe)		IV
	Karnische Stufe	Mittlere kalkarme Gruppe (Raibler Gruppe)		III
Mittlere Trias	Ladinische Stufe	Ladinische Gruppe	Untere Kalkgruppe	II
	Recoaro - Stufe	Recoaro- Gruppe		
Untere Trias	Buntsandstein-Stufe	Untere kalkarme Gruppe (Werfener Gruppe)		I

Diese Eintheilung löst die alpine Trias ganz von der germanischen los, jeder kann sie annehmen, ob er nun die ladinische Stufe zum germanischen Muschelkalk oder zur Lettenkohle rechnet. Auf diese Weise bekommen wir eine einheitliche Nomenclatur, die nachgerade zum dringenden Bedürfniss geworden ist. Ich habe mich, wie man sieht, so weit wie möglich an das Schema BITTNER's angeschlossen und seine beiden Untergruppen zu Hauptgruppen erhoben. Wenn man nämlich diese Gruppen zusammennimmt, so kommt für sie eine ungeheure Mächtigkeit (ca. 1200 m) heraus, wenigstens an allen Orten, wo die Kalk-Dolomitfacies der ladinischen Stufe entwickelt ist, sie würde also mindestens doppelt so mächtig wie jede andere Stufe sein. Ferner weicht die Fauna der Recoaro-Stufe so von derjenigen der ladinischen ab, dass jede dieser Stufen wohl als den übrigen Stufen der alpinen Trias gleichwerthig aufzufassen ist.

Die drei grossen Gruppen der Trias ergeben sich von selbst, und vielleicht noch natürlicher als die Eintheilung in zwei. Der Buntsandstein weicht derartig von der ganzen übrigen Trias ab, dass wir ihn wohl wie bei der germanischen Trias als natürliche Hauptgruppe betrachten können. Die Recoaro- und die ladinische Stufe sind faunistisch wie petrographisch so eng mit einander verbunden, dass wir sie zur zweiten Hauptgruppe als mittlere

Stufen-
bezeichnung

Rhät

Hauptdolc
mit-Stufe
(Norisch)

Raibler-
Stufe
(Karnisch)

Ladinisch
Stufe

Recoaro-
Stufe
(Stufe de
alpinen
Muschel-
kalkes)

Bunt-
sandstein
stufe



Gliederung der Trias in den Ostalpen.

zu Seite 756.

Stufen- zeichnung	Oberbayern Nordtirol (Oberbayerischer Faciesbezirk)	Berchtesgaden und östliches Gebiet (Berchtesgadener Faciesbezirk)	Gebiet von Lienz (Lunzer Facies- bezirk)	Gebiet von Aflenz und Johannesbach (Aflenz-Fa- ciesbezirk)	Vorarlberg (Bündener Faciesbezirk)	Graubünden	Südtirol (Südalpiner Faciesbezirk)	Lombardei	Stufen- zeichnung BITTNER's nach litholo- gischen Merkmalen
Rhät	Rhätischer Kalk (Dachsteinkalk im Sinne GUENBEL's). Koessener Mergel (Contorta-Zone)	Rhätischer Kalk Koessener Mergel	Rhätische Kalke Koessener Mergel	Rhätische Kalke Koessener Mergel Steinsberger Kalk?	Rhätische Kalke Koessener Mergel	Stöck- berger Kalk	Rhätische Kalke? Koessener Mergel (selten beobachtet)	Conchodon-Dolomit Contorta-Schichten	Oberer kalkarner Gruppe
Hauptdolo- mit-Stufe (Norisch)	Plattenkalk Hauptdolomit mit eingelagerten Asphaltschiefern (Seefelder Schiefer)	Dachsteinkalk mit Einlagerungen von norischem Hallstätter Kalk	Nieder- österreichischer Dachsteinkalk Hauptdolomit		Hauptdolomit	Haupt- dolomit	Haupt- dolomit mit Picro- tomaria solitaria	Hauptdolomit mit Picrotomaria solitaria	Oberer Kalk- Gruppe
Raibler- stufe (Karnisch)	Raibler Sandsteine, Mergel, Kalke, Dolo- mite und Rauh- wacken	Karuischer Hall- stätter Kalk, Cardita- oolithe, Sandsteine, Schiefer mit Halob- ia rugosa. Zu oberst häufig Raibler Dolomit	Opponitzer Kalke, Lunzer Sandstein, Raigrabener Schiefer mit Halobia rugosa	Hüpfinger Kalke, Raigrabener Schiefer mit Halobia ru- gosa	Raibler Sand- steine, Kalke, Mergel und Rauhwacken	Raibler Sandsteine, Dolomite und Rauh- wacken	Raibler Tuffe, Mergel und Dolomite	Raibler Mergel, Tuffe, Sandsteine, Kalke und Dolomite	Mittlere kalkarner Gruppe
Lahnische Stufe	Wetter- stein-Kalk und -Dolo- mit Part. nach Schichten	Wetter- stein-Kalk und -Dolo- mit	Ramsau- Dolomit	Stellenweise gering mächtiger Wetter- steinkalk Aonachschiefer Obere Reif- linger Kalke	Dunkle Kalke und Mergel mit Koninckia Leonhardi Schichten mit Koninckia Leonhardi	Arberg-Kalk und Dolomit Part. nachschichten	Arberg- Kalk und Dolomit Kalkige u. mergelige Partnarschiefer	Schieferdolomit und Marmo- lata-Kalk Cassian- Wengener Schichten Dolomitfacies ohne Mergel- und Kalk- einlagerungen	Esno- Kalk Wengen Schicht. m. Pict- odonem. wen- genst. Calline- ro-Kalk
Recaaro- stufe (Stufe des alpinen Muschel- kalkes)	Ammoniten- horizont Brachiopoden- horizont Gastropoden- Mer- oder Dolo- mit-For. oder Reichenhaller Kalk	Alpiner Muschelkalk Reichenhaller Kalk u. Dolomit mit Natica fassaensis	Schreyers-Schichten Reichenhaller Kalk u. Dolomit mit Natica fassaensis	Untere Reiflinger Kalke Guteustener Kalk Reichenhaller Kalk	Dunkler und heller Dolomit Guteustener Kalk	Alpiner Muschelkalk Schwarze Dolomite mit Diplopora cf. pauciflora	Buchensteiner Schichten Mendola Dolomit Tieferer alpin Muschelkalk	Buchen- steiner und Tri- nodul- Kalk Brachi- opoden- Kalk Tieferer alpin Muschel- kalk	Untere Kalk- Gruppe
Wart- stufen- stufe	Werfener Schiefer	Schichten mit Naticella costata Schichten mit Myacites fassaensis	Schichten mit Naticella costata Schichten mit Myacites fassaensis	Werfener Schiefer	Werfener Schiefer	Quarz und Glimmer führende Conglo- merate und Sandsteine (Verrucano)	Werfener Schiefer Campiller Schichten Seiser Schichten	Sandsteine, Conglo- merate, Mergel, Kalke und Dolomite	Untere kalkarner Gruppe

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

RESEARCH REPORT

NO. 1

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

Trias zusammenfassen könnten. Es fragt sich nun nur, wohin die Raibler Stufe zu stellen ist, die ja in der Fauna so starke Anklänge an die ladinische Stufe zeigt. Wir haben jedoch im vorhergehenden Kapitel gesehen, dass die Raibler Zeit eine neue Periode der Gebirgsbildung einleitet, ferner ist aus allem Früheren schon bekannt, dass die Raibler Schichten den vorzüglichsten Leithorizont der alpinen Trias bilden, da nur durch sie in den riesigen Kalk-Dolomitmassen eine Eintheilung möglich ist; ausserdem sind vom grösseren Theil der Alpengeologen die Raibler Schichten zur oberen Trias gerechnet, was Alles für uns genügende Gründe giebt, um die Raibler Schichten als den untersten Theil der Oberen Trias anzusehen.

Man könnte nun event. noch das Rhät nach dem Vorgehen der Franzosen und Italiener von der Trias abtrennen und dem Lias anschliessen oder auch als Uebergangsschicht zwischen Jura und Trias ansehen. Gegen das Erstere sprechen paläontologische Gründe. Das Rhät steht in seiner Fauna, vor Allem in den Cephalopoden und Brachiopoden der Trias bedeutend näher als dem Jura, nur an wenigen Stellen, wie an der Garland-Alm (WINKLER) und am Hochfeln (v. GÜMBEL) ist es vorgekommen, dass man Rhät und Jura verwechselte. Die Mehrzahl der Alpengeologen schliesst das alpine Rhät mit Recht an die Trias an. Andererseits weist das Rhät nicht so viel Gemeinsames mit Jura und Trias auf, dass man es mit Uebergangsschichten wie Tithon oder Lamariegruppe vergleichen könnte. Wir lassen also auch hier das Rhät als oberstes Glied bei der Trias.

Es bliebe nun noch übrig festzustellen, welche Schichten der germanischen Trias denen der alpinen entsprechen. Ich habe schon bemerkt, dass heute darüber Keiner etwas mit Sicherheit sagen kann. Allerdings ist die Grenze zwischen unterer und mittlerer Trias wohl in beiden Faciesgebieten die gleiche, wir könnten sogar das Röth mit den *Naticella costata*-Schichten parallelisiren. Unbekannt ist uns aber, wohin in den Alpen die untere Grenze des Keupers fällt. Dass die Raibler Schichten einem Theil des Keupers entsprechen, ist wohl kaum zu bezweifeln, ebenso dass die Recoaro-Stufe einem Theil des Muschelkalkes gleichalterig ist. Den fraglichen Punkt bildet also die ladinische Stufe. Da lassen, soweit unsere bisherige Kenntniss der ladinischen Fauna reicht, alle Anzeichen im Stich. Die ladinische Stufe zeigt sicherlich grosse Verwandtschaft mit der Recoaro-Stufe, aber ihre Fauna entspricht keineswegs der des oberen deutschen Muschelkalkes, ebenso wenig allerdings der Lettenkohle; aber wir müssen die Armuth dieser Fauna berücksichtigen und uns stets gegenwärtig halten, dass die Lettenkohle faciell von

dem deutschen oberen Muschelkalk gerade so verschieden ist, wie von der ladinischen Stufe: würden wir die pelagische Facies der Lettenkohle kennen, so wäre wahrscheinlich Alles leicht entschieden. Es besteht ja noch die Frage, ob die Lettenkohle nicht besser dem Muschelkalk als dem Keuper anzuschliessen sei, eine Meinung, welche EB. FRAAS vor einigen Jahren mit manchen gewichtigen Gründen vertrat. Man hat in neuerer Zeit grosses Gewicht auf den Fund des *Ceratites nodosus* in den Buchensteiner Schichten gelegt; ich habe schon an einer anderen Stelle dieser Arbeit darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Fund nicht mehr beweist, als dass die Buchensteiner Schichten wahrscheinlich einem Theil des oberen germanischen Muschelkalkes entsprechen, und PHILIPPI¹⁾ sagt ganz richtig: „Unter diesen Verhältnissen ist der von TORNUST gemachte Fund von *Ceratites nodosus* bei Recoaro von besonderer Bedeutung, da er darauf hindeutet, dass die Grenze von Lettenkohle und Muschelkalk in den Alpen nicht all zu hoch über den Buchensteiner Schichten und wahrscheinlich noch innerhalb der unteren Kalkmasse BITTNER's verlaufen mag.“ Der Fund des *C. nodosus* beweist uns, dass die Recoaro-Stufe den ganzen unteren und mittleren sowie einen Theil des oberen Muschelkalkes vertritt; fraglich ist aber, wohin in den Alpen die Grenze des oberen Muschelkalkes fällt; ist sie in der ladinischen Stufe zu suchen, oder fällt sie mit der Grenze zwischen ladinischer und Raibler Stufe zusammen? Im ersteren Falle müssten die Alpen und das Gebiet der germanischen Trias ganz verschiedene Bodenbewegungen gehabt haben, was ja möglich ist. Man könnte jedoch geltend machen, dass in den Alpen die hauptsächlichste orogenetische Bewegung in den Anfang der Raibler Zeit fällt, in der germanischen Trias aber in den Anfang des Keupers (Lettenkohle einbegriffen), und zwar ist beide Male die Bewegung eine hebende; das würde für das Zusammenfallen der Grenzen zwischen ladinischer und Raibler Stufe und der zwischen Muschelkalk und Keuper sprechen; dass es kein zwingender Beweis ist, gebe ich gern zu, immerhin spricht der Umstand dafür, dass die ladinische Stufe etwa noch dem obersten Muschelkalk gleichzustellen ist und vielleicht auch noch dem unteren Dolomit des Keupers. Wie die Ausführungen PHILIPPI's zeigen, kann man die Floren der Lunzer Schichten und der Lettenkohle heute kaum vergleichen, da sie erst einer gründlichen Revision unterzogen werden müssen.

Wenn man aber eine Vergleichung der alpinen Schichtengrenzen mit denjenigen der germanischen Ablagerungen herstellen will, so halte ich es heute für am meisten berechtigt, diese untere

¹⁾ Fauna des Trigonodus dolomites etc., p. 221.

Grenze des Keupers mit derjenigen der Raibler Schichten zu parallelisieren. Gewiss wird es Jedem auffallen, dass die ungeheuer mächtige ladinische Stufe (häufig 600—800 m) den geringmächtigen Schichten des obersten Muschelkalkes entsprechen soll, und BENECKE hat dies direct als Grund gegen die Einreihung der ladinischen Stufe in den Muschelkalk geltend gemacht. Andererseits aber hat BITTNER ganz richtig hervorgehoben, dass ja auch die mächtige Hauptdolomitstufe im deutschen Keuper kein gleich mächtiges Aequivalent hat. BITTNER macht auch geltend, dass die ladinische Stufe nicht überall so mächtig sei, da an manchen Stellen die Kalkfacies durch eine gering mächtige Mergelfacies ersetzt ist. Das deutet eben darauf hin, dass die Kalkmassen schneller wuchsen als die Mergelmassen; durch diese Erkenntniss wird es uns möglich zu begreifen, weshalb mächtige Kalkmassen der Alpen gering mächtigen Ablagerungen anderer Gegenden entsprechen, haben wir doch im Jura ähnliche Erscheinungen. Allerdings ist der Ausspruch BITTNER's, dass die Kalkmassen der ladinischen Stufe locale Erscheinungen seien und dass viel allgemeiner diese Kalklinsen fehlen, dahin zu modificiren, dass zwar die Kalklinsen auf grossen Strecken fehlen, aber dass ihr Vorhandensein doch die Regel ist, was aus der vorhergehenden Beschreibung der Faciesbezirke hervorgeht. Aber das blosse Vorhandensein kalkfreier Gebiete sowie der Wechsel in der Mächtigkeit jener Kalke zeigt uns, dass wir dem Vorkommen der ladinischen Kalke nicht allzu grosse Wichtigkeit beilegen dürfen.

Dem vorher Gesagten gemäss erhalten wir folgende Parallelisirung.

		Alpen.	Germanische Facies.	
Untere Trias	Obere Trias	Rhätische Stufe	Rhätkeuper	Keuper
		Norische (Hauptdolomit-) Stufe	Hauptkeuper	
		Karnische (Raibler) Stufe	Lettenkohle	
	Mittlere Trias	Ladinische Stufe	— — — ? — — —	Muschelkalk
		Recoaro - Stufe	Oberer Muschelkalk	
			Unterer und mittlerer Muschelkalk	
	Untere Trias	Buntsandstein - Stufe	Buntsandstein	Buntsandstein

Aus dem Schema geht hervor, wie wenig sicher die Parallelisirung ist. Ich wiederhole jedoch auch hier, dass diese Unsicherheit für die allgemeinen Resultate der Geologie wenig bedeutet, da die Hauptsache die Gliederung der alpinen Trias ist, während die Parallelisirung mit der ganz vereinzelt dastehenden germanischen Facies ziemlich nebensächlich ist. Nur weil die germanische Facies zuerst und am genauesten studirt wurde, hat sie eine Bedeutung erhalten, die ihr von Natur nicht zukommt.

Schluss.

Es sei mir vergönnt, an dieser Stelle noch einige Worte zu sagen, welche vielleicht hätten vorangeschickt werden können, wenn nicht zwischen der Beendigung des ersten und des zweiten Theiles äusserer Umstände wegen ein grösserer Zeitraum gelegen hätte. Es lag ursprünglich im Plan der Arbeit, die alpine Facies der Trias im Bereiche von ganz Europa zu untersuchen und eine allgemeine Gliederung aufzustellen, doch verhinderte mich meine Uebersiedelung nach Mexico, diesen Plan durchzuführen, da es mir in den vorgehenden Jahren nur gelungen war, die Ausbildung der Trias der Alpen sowie diejenige Mittel- und Süd-Italiens kennen zu lernen, während ich auf die Untersuchung der Trias der iberischen Halbinsel einstweilen verzichten musste; es fehlt somit der Arbeit der von mir beabsichtigte dritte Theil über die Gliederung der alpinen Trias im ausseralpinen Europa. Es fehlt ja auch in den vorhergehenden Beschreibungen ein Theil der Alpen und ein anderer musste kürzer gehalten werden, als ursprünglich beabsichtigt war. Dass ich mich nicht einfach auf die in der Literatur vorhandenen Angaben stützte, findet natürlich seinen Grund keineswegs in einem Misstrauen gegen die Untersuchungen Anderer, sondern bloss darin, dass gerade bei der Bestimmung von Facies-Verschiedenheiten die Anschauung eine bedeutend grössere Sicherheit verleiht, als die Kenntniss durch Beschreibungen. Ich habe deshalb auch eigene Profile und Beschreibungen nur da gegeben, wo Untersuchungen fehlten. Fehler stattgefunden hatten; oder um die Resultate Anderer bei der Untersuchung wichtiger Stellen zu bestätigen.

Wohl bin ich mir bewusst, dass die vorgehenden Seiten nur ein unvollkommenes Bild der alpinen Trias liefern, vielleicht holt ein Anderer in den Südalpen das Versäumte nach.

Mancherlei Förderung habe ich im Laufe der Jahre von verschiedenen Fachgenossen erfahren, Ihnen Allen sei hier mein verbindlichster Dank ausgesprochen. Nur durch die Güte des Herrn Geheimrath v. ZITTEL, meines verehrten Lehrers, der mir

seine Privat- und die Instituts-Bibliothek in München zur Verfügung stellte, war es mir möglich, die Literatur über die alpine Trias im weitesten Maasse kennen zu lernen. Mancherlei Hinweise verdanke ich Herrn Prof. Dr. A. ROTHPLETZ in München, der mir auch Fossilien aus seiner Privatsammlung zur Verfügung stellte. Herr Dr. O. M. REIS hatte die Güte, die Korallen von der Scharitzkehlalm zu bestimmen; mein lieber Freund Dr. MAX SCHLOSSER untersuchte die Fossilien des Hallstätter Kalks. Besonderen Dank schulde ich auch Herrn Dr. A. BRITNER in Wien für seine Angaben über Localitäten, deren Untersuchung mir von Wichtigkeit war. Ihnen Allen sei hier nochmals mein wärmster Dank ausgesprochen.

Druckfehler - Verzeichniss.
zu Band L.

- Seite 469 Zeile 24 v. u. lies südlichste statt nördlichste.
 „ 473 Erklärung der Textfigur lies Alluvium statt Alluviaum.
 „ 483 Zeile 6 v. o. lies (Lias?) statt (Lias).
 „ 486 lies Profilinie 1400 statt 1100.
 „ 490 Zeile 3 v. u. lies oberen statt unteren.
 „ 492 Erklärung der Textfigur lies Lias und oberer Jura statt Lias.
 „ 494 Zeile 2 v. u. lies wahrscheinlich statt hingegen.
 „ 496 „ 3 v. o. Anmerkung zu Muschelkalk: Auf der Karte wegen seiner geringen Breite nicht ausgeschieden, sondern mit dem Ramsaudolomit vereinigt.
 „ 496 „ 8 v. o. lies südlich statt nördlich.
 „ 503 „ 19 v. u. lies H. statt M.
 „ 503 „ 20 v. u. lies *Halobia* statt *Monotis*.
 „ 508 Profiltafel Maassstab 1 : 50000.
 „ 531 Zeile 20 v. u. lies einiger statt jener.
 „ 532 „ 19 v. u. lies Pechler statt Pechter.
 „ 532 „ 9 v. u. lies Daonellen statt Halobien.
 „ 541 „ 8 v. o. lies *alterniplicatus* statt *altimpticatns*.
 „ 546 Anm. 1 lies Profile statt Prole.
 „ 550 Zeile 7 v. u. lies Gruttenstein statt Gutenstein.
 „ 552 „ 9 v. o. lies Gruttenstein statt Gutenstein.
 „ 555 Anm. 1 lies westliche statt mittlere.
 „ 582 Maassstab 1 : 12500.
 „ 719 Zeile 18 v. u. lies *caprilis* statt *capsilis*.
 „ 724 „ 10 v. u. lies rauhe statt rasche.
 „ 735 „ 10 v. o. lies zoologische statt geologische.
 „ 740 „ 15 v. u. lies nicht statt noch.
 „ 748 „ 20 v. o. lies nicht statt Nichts.
 „ 757 „ 20 v. u. lies Laramie statt Lamarie.

Zu Bd. LI.

- Seite 204 Zeile 5 v. u. lies westlich statt östlich.
 „ 208 „ 3 v. o. lies *Turbinolia* statt *Turbiolina*.
 „ 328 Profil lies Forrenkopf statt Porrenkopf.
 „ 478 Zeile 7 v. o. lies exacter und gründlicher statt exacte und gründliche.
 „ 127 „ 21 v. u. lies Crocifisso statt Cröfcisso.