

Ueber Vorarlberger Kreide.

Eine Localstudie.

Von Mich. Vacek.

Mit drei Tafeln (XVIII, XIX und XIX a).

Einleitung.

Wenn man die Vertheilung der Meere zur Zeit der jüngeren mesozoischen Epoche auf einer geologischen Karte von Mitteleuropa verfolgt, so fällt wohl Jedem vor Allem die Thatsache auf, dass sich zur Zeit des mittleren und oberen Jura eine für die Entwicklung der Faunen gewiss sehr bedeutungsvolle Trennung der bis dahin an mehreren Stellen communicirenden nordeuropäischen und südeuropäischen Gewässer vollzogen hat. Mit Beginn der Kreidezeit finden wir eine derartige Vertheilung der europäischen Meere, dass man ein gesondertes nordeuropäisches und ein südeuropäisches Wassergebiet unterscheiden kann. Dem ersteren gehört in erster Linie an das anglogallische Becken, ferner die verschiedenen norddeutschen Buchten und das erweiterte Gebiet der baltischen Gewässer. Das südeuropäische oder mediterrane Gebiet umfasst zunächst zwei für die Geologie von Mitteleuropa äusserst wichtige Einbuchtungen, welche den Nord- und Südsaum der Alpen begleiten und heute grösstentheils trocken gelegt sind, nämlich das helvetische Becken und die dasselbe mit dem mittelländischen Meere verbindende Niederung der Dauphiné und Provence oder das Rhônebecken einerseits und die den Südfuss der Alpenkette bespülende erweiterte Adriabucht andererseits.

Jedes der beiden grossen Wassergebiete zeigt in Bezug auf die Ausbildung der gleichzeitigen Sedimente und ihres faunistischen Inhalts, wie das als Folge der Isolirung von vornherein zu erwarten steht, eine gewisse Eigenart, welche Eigenart aber dann innerhalb desselben Wassergebietes anhält.

Für die nordeuropäische Sedimentarea ist in dieser Beziehung eine Arbeit J. W. Judd's¹⁾ „über das Neocom in Yorkshire und die gleich-

¹⁾ Judd, Neocomian, Quart. Jour. geol. Soc. 1870, pag. 326.

zeitigen Bildungen im nördlichen Europa“ sehr lehrreich. Judd weist in seiner Arbeit nach, dass die Neocomablagerungen in Yorkshire und Lincolnshire nur die westlichsten Ausläufer einer zusammenhängenden Decke von gleichalterigen Bildungen sind, die sich über die ganze nordeuropäische Sedimentarea erstreckt, während die ursprünglich als Typus der Kreideentwicklung in England von Smith, Fitton, de la Bêche aufgefassten Bildungen in Südengland und in der Umgebung des Wealdengewölbes nur den jüngeren Ablagerungen der Kreide vom Alter des d'Orbigny'schen Aptien angefangen entsprechen. Die tieferen Glieder sind hier durch die Süsswasserbildung des Wealden vertreten.

Judd macht zwar innerhalb des nordeuropäischen Sedimentgebietes einen weiteren Unterschied zwischen einem anglo-deutschen und einem anglo-pariser Becken und denkt sich die beiden Wassergebiete durch einen aus paläozoischen Bildungen zusammengesetzten Landrücken, bezeichnet durch die bekannte Antiklinalaxe von Artois bis zu einem gewissen Grade isolirt. Meines Wissens ist die Arbeit, in welcher Herr Judd diese Auffassung näher zu begründen verspricht, noch nicht erschienen, andererseits kann man aber nach den Arbeiten, welche von verschiedenen französischen Autoren über die Kreidebildungen im Pariser Becken erschienen sind, nur die Ueberzeugung gewinnen, dass diese Bildungen die grösste Uebereinstimmung mit jenen im supponirten anglo-deutschen Becken haben, dass sie ferner so gut wie die Bildungen im anglo-deutschen Becken mit einem Gliede anfangen, welches mit der Kreideserie im Juragebiete verglichen sich als Zeitäquivalent der Hauterivemergel herausstellt, dass sonach das Zeitäquivalent des tiefsten Kreideglieders im Jura, das Valangien, fehlt und die Kreideserie im Pariser Becken genau so wie im ganzen übrigen nordeuropäischen Verbreitungsgebiete an der unteren Grenze eine lückenhafte ist, ein Umstand, auf welchen die vielfach beobachtete discordante Lagerung der Kreideserie über den obersten Juraschichten, sowie das an vielen Stellen erwiesene Auftreten von Süsswasserbildungen an der Grenze der beiden Formationen mit aller Bestimmtheit hindeuten.

Diese Lücke hat, wie dies aus Judd's Untersuchungen mit grosser Klarheit hervorgeht, für verschiedene Gegenden eine verschiedene Grösse, und demgemäss sind auch die diese Lücke stellenweise füllenden Süsswasserbildungen des Wealden das Product eines sehr ungleichen Zeitabschnittes.

Dieser Lücke, die so bezeichnend ist für das ganze Gebiet der nordeuropäischen Sedimentarea, ist es wesentlich zuzuschreiben, dass man bei den ersten Untersuchungen über Stratigraphie, die ja bekanntlich in England gemacht worden sind, gerade hier die Grenze zweier verschiedener sogenannter Formationen angenommen hat. Wären die ersten Untersuchungen in den Alpen gemacht worden, wäre es gewiss Niemanden in den Sinn gekommen, die heute zwei verschiedenen Formationen zugetheilten alpinen Bildungen des Jura und der Kreide nicht als ein einheitliches und zusammengehöriges Ganzes aufzufassen. Der Uebergang von Jura zur Kreide ist in den Alpen fast ausnahmslos ein so allmäliger und vermittelter, sowohl was petrographische als faunistische Beschaffenheit der Ablagerungen betrifft, dass die Theilung der

beiden Formationen, wie sie sich bis auf den heutigen Tag historisch entwickelt hat, für die alpinen Bezirke eine durchaus künstliche und in keiner Art ein zutreffender Ausdruck der natürlichen Verhältnisse ist. Damit will keinesfalls gesagt sein, dass die Scheidung der alpinen Bildungen in solche, welche der Kreideperiode, und andere, welche der Jurazeit entsprechen, eine überflüssige wäre, denn damit wäre der Werth jeder Systematik, die uns doch die Uebersicht ermöglichen soll, geleugnet, sondern es soll nur auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht werden, überhaupt eine Grenze zu fixiren. Die vielen diesbezüglichen Streitschriften der ausgezeichnetsten Forscher, wie: Lory, Hébert, Pictet, Merian, Zittel, Neumayr und Anderer können am besten den Massstab für die Schwierigkeit der zu bewältigenden Aufgabe abgeben.

So wie die Sachen heute stehen, neigt der grössere Theil der Autoren der von Prof. Zittel in seiner Arbeit über die Stramberger Cephalopoden so erfolgreich vertretenen Ansicht zu, dass die Kalke mit *Terebratula diphya* von Aizy, Porte de France und ihre Aequivalente, also die sogenannten obertithonischen Bildungen, noch zur Juraserie zu rechnen sind. Die Kreideserie beginnt sonach mit der auf diese Kalke folgenden Abtheilung der Kalke oder Mergel mit *Terebratula diphyoides* und der von Pictet untersuchten Fauna von Berrias.

Dieser unterste Kreidehorizont lässt sich mit ziemlich gleichbleibendem Charakter am Nordrande der Alpenkette, von der Provence angefangen bis nach Vorarlberg verfolgen. Die hieraus stammenden Fossilreste finden sich in allen Schweizer Museen, sonderbarer Weise aber überall unter der Rubrik: Valangien. Auch in den Schriften der verschiedenen ostschweizerischen Autoren findet sich überall ein Valangien als Basis der Kreidebildungen in den Alpen ausgeschieden. Wie es scheint, ist diese Bezeichnungsweise eine sehr ungenaue, indem sie den Begriff Valangien ganz ungebührlich erweitert und dadurch eine richtige Auffassung des wahren Verhältnisses, in dem die alpinen Kreidebildungen zu den jurassischen stehen, ungemein erschwert.

Mag man mit der Bezeichnung Valangien einen Faciesbegriff oder nur den reinen Zeitbegriff verbinden, in keinem der beiden Fälle scheint die Bezeichnung Valangien auf die Gesamtheit der darunter begriffenen alpinen Bildungen anwendbar zu sein. Nimmt man die Bezeichnung für den Faciesbegriff, entschieden die richtigere Auffassung, da dann dem Localnamen sein ursprünglicher Charakter besser gewahrt bleibt, so kann man nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss der alpinen Kreide nur sagen, dass sich eine Bildung, die petrographisch und faunistisch ident wäre mit dem im Juragebiete unter der Bezeichnung Valangien verstandenen Kreidegliede, in den Alpen nur an sehr wenigen Stellen bisher gefunden hat. So auf Salève und an einigen Punkten in der Umgebung von Grénoble, wenn man überhaupt diese Localitäten schon in den Bereich der Alpen rechnen will. Die Kieselkalke der Alpen, welche, nach den Untersuchungen Escher's im Sentis, eine mit den jurassischen Valangien gleichzeitige Bildung zu sein scheinen, sind von den Valangienkalken im Jura durchaus verschieden.

Fasst man dagegen die Bezeichnung Valangien als Zeitbegriff auf, begreift man also unter Valangien nicht nur die in gleicher Facies

entwickelten Bildungen, sondern einfach die in welcher Facies immer entwickelten Zeitäquivalente des als Valangien abgetrennten jurassischen Gliedes der Kreide, so erschöpft man damit die Reihe der untercretacischen alpinen Bildungen keinesfalls, wie dies aus den lehrreichen Profilen hervorgeht, die von Lory und Hébert aus der Gegend von Grénoble bekannt geworden sind, und in denen die sogenannte alpine Facies der Kreide mit der jurassischen in der Weise combinirt erscheint, dass Bildungen beider Arten im selben Profil alterniren.

Nach den Darstellungen Lory's Pictet's, Hébert's folgen in der Umgebung von Chambery und Grénoble auf die, wie bereits erwähnt, zum Tithon zu zählenden Kalke von Aizy mit *Terebratula diphya*, die Kreidebildungen in folgender Weise:

1. Zuunterst in der Gegend von Chambery die ganz bedeutende Mächtigkeit von 500 Metern erreichend, ein bituminöser Mergelkalk (Calc. ciment) mit einer Fauna, die mit der von Pictet beschriebenen Fauna von Berrias vollkommen übereinstimmt.

2. Graue Mergel und Mergelkalke (Marnes à petites ammonites ferrugineuses) mit *Belem. latus*, *Amm. semisulcatus*, *Thetis*, *neocomiensis* etc. Pictet's „Zone des *Belem. latus*.“

3. Körnige, suboolithische Kalke, sogenannte Kalke von Fontanil, welche *Ostrea Couloni*, *Janira atava*, *Pholadomya elongata*, *Panopaea neocomiensis*, *Terebratula Carteroniana*, *T. hippopus*, in den obersten Lagen aber *Pygurus rostratus*, *Pyg. Montmollini*, *Holcotypus macropygus*, *Nautilus pseudoelegans*. *Ammon. Carteroni*, *A. cryptoceras* etc., also eine Fauna enthalten, die jener der Valangien im Jura sich zunächst stellt, als dessen äusserste unmittelbare Ausläufer sich die Kalke von Fontanil nach Lory auch darstellen.

4. Rother Kieselkalk mit *Ostrea rectangularis*.

5. Lichtgrauer Mergelkalk, mit grünen Körnern, führt *Belem. pistilliformis*, *B. dilatatus*, *B. polygonalis*, *Ammon. Leopoldinus*, *A. Cryptoceras*, *A. Astierianus*, *A. incertus*, *A. ligatus*, *A. difficilis*, *A. castellanensis*, *A. radiatus*, *A. Grasianus*, kurz die charakteristische Fauna des mittleren Neocoms.

6. Blauer Mergelkalk mit *Naut. neocomiensis*, *Ammon. cryptoceras*, *A. Rouyanus*, *Acyloc. Duvalii*. Der Mergelkalk wird stellenweise verdrängt und vollständig ersetzt durch blaue Mergel mit *Echinospatagus cordiformis*.

Das untere Urgon, wie man es im Jura kennt, fehlt, und es folgen unmittelbar

7. Kalke mit *Caprotina ammonia*.

Das interessanteste Glied in der ganzen Schichtfolge ist das unter 3 angeführte, nämlich die Kalke von Fontanil, welche von Lory als der letzte Ausläufer der Valangienkalke im Jura hingestellt werden, mit denen sie auch eine grössere Anzahl von Formen gemein haben. Und zwar bilden, nach Lory, die Kalke von Fontanil allein das Aequivalent des Valangien im Jura. Unter diesem Aequivalente des Valangien sehen wir aber noch eine über 500 Meter mächtige Serie von Kreidebildungen, für welche sich im Jura kein Aequivalent findet, sondern die einfach im Jura fehlen.

Schon das Auftreten einer Süsswasserbildung an der Basis der Kreideformation im Jura, desgleichen die ganz auffallende und durchgreifende Verschiedenheit der Valangienfauna von jener der tiefer liegenden Juraschichten, sowie die von einigen Autoren, an deren Spitze Marcou, behauptete discordante Lagerung der Kreideserie über dem Jura, deuten auf eine Lücke in der Reihe der Ablagerungen im Jura-gebiete, und die bedeutende Grösse dieser Lücke lässt sich am besten an der Mächtigkeit der unteren Abtheilung der alpinen Kreide ermes- sen, für welche wir im Jura kein Aequivalent finden, und welche man am besten mit dem seit längerer Zeit in Uebung befindlichen Namen Berriashorizont bezeichnen kann.

Diesem im Jura fehlenden Berriashorizonte gehören aber zum grössten Theile jene Fossilien an, von denen oben gesagt wurde, dass sie in den verschiedenen Museen der Schweiz als Valangienfossilien rangirt werden.

Der Berriashorizont ist jedoch nicht zu verwechseln mit dem, was man Neocom mit alpiner Facies nennt. Der letztere Ausdruck kann nur eine bestimmte Erscheinungsform, wie der Name schon sagt, eine bestimmte Facies der Kreide bedeuten, welche sich in jedem beliebigen Horizonte wiederholen, stellenweise auch durch sämtliche Horizonte hindurch anhalten kann, wie z. B. im Biancone der Süd- alpen. Dagegen muss man sich unter Berriashorizont die Ablagerungen einer bestimmten Zeitperiode, und zwar der ältesten Bildungsperiode der Kreideformation vorstellen. Dass man die Bildungen dieser Zeit- periode bisher nur zumeist in der alpinen Facies kennt, ist ein rein zufälliger Umstand, der sich mit der fortschreitenden Erfahrung än- dern kann.

Die Ausdrücke alpine Facies und jurassische Facies sind übrigens durchaus nicht wörtlich so zu verstehen, als wäre die eine Facies nur auf die Alpen, die andere nur auf den Jura beschränkt, wie man es zu jener Zeit glaubte, als diese Ausdrücke geschaffen wur- den. Heute weiss man recht gut, dass die alpine Facies auch ausser- halb der Alpen, wie z. B. an der typischen Localität Berrias am Süd- ostfusse des französischen Plateaus, sowie die jurassische Facies in den Alpen vorkomme, an allen Stellen, an denen die Verhältnisse für die Entwicklung dieser Facies günstig waren.

Man versteht unter alpiner Facies, mögen nun die Bildungen wo immer sich finden, diejenige Entwicklungsform der Kreide, bei der mergelige oder mergeligkalkige Ablagerungen mit überwiegender Cephalopodenfauna herrschen, wogegen in der sogenannten jurassischen Facies vorwaltend oolithische Kalke mit untergeordneten Mergellagen auftreten, mit einer Fauna, die sich in erster Linie aus Pelecypoden, Brachio- poden, Echiniden, Bryozoen, also zumeist sesshaften Formen zu- sammensetzt, während die pelagischen Schwimmer nur sporadisch und ausnahmsweise eingeschwemmt sich finden.

Ueberdies tragen die Cephalopodenformen der jurassischen Facies einen anderen Charakter, gehören auch grösstentheils anderen Arten an, als die Formen der alpinen Facies.

Die bezeichnendsten Formen der letzteren sind:

Belemnites latus Blain.
 „ *pistilliformis* Blain.
 „ *conicus* Blain.
Lytoceras subfimbriatum d'Orb.
Phylloceras Rouyanum d'Orb.
 „ *Tethys* d'Orb.
Olcostephanus Astierianus d'Orb.
Hoplites cryptoceras d'Orb.
 „ *angulicostatus* d'Orb.
Ancyloceras.
Aptychus Didayi Coq'd.
Terebratula diphyoïdes d'Orb.

Für die jurassische Facies bezeichnend sind:

Belemnites dilatatus Blain.
Nautilus pseudoelegans d'Orb.
Amaltheus Gerrillianus d'Orb.
 „ *Marcousanus* d'Orb.
Olcostephanus bidichotomus d'Orb.
Schloenbachia cultrata d'Orb.
Perisphinctes radiatus d'Orb.
 „ *Leopoldinus* d'Orb.
Hoplites Castellauensis d'Orb.

Die Erklärung für die Verschiedenheit der beiden Facies sucht Hébert¹⁾ in den Tiefenverhältnissen des Kreidemeeres. Nach ihm ist die jurassische Facies eine Seichtseebildung, während die Bildungen der alpinen Facies an tieferen Meeresstellen entstanden sind. Nun ist aber gewiss nicht nothwendig, dass die Seichtstellen eines Meeres gerade der Uferlinie entsprechen, und umgekehrt, die tieferen Stellen weit vom Ufer entfernt sein müssen, wie sich das aus den neuen von Hébert vorgeschlagenen Bezeichnungen Facies „litorale“ und Facies „pelagique“ folgern liesse. Ja man findet im Gegentheil, dass die sogenannte pelagische Facies sich in der Regel näher an dem ehemaligen Ufer des Kreidemeeres findet, als die litorale Facies. Wenigstens für die Nordalpen von der Provence bis Vorarlberg kann man es fast als Regel aufstellen, dass, je tiefer man in die Alpenkette vordringt, um so mehr die Bildungen mit alpinem Typus überwiegen, und umgekehrt, die Bildungen mit jurassischem Typus vorwiegend am äussersten Rande der nordalpinen Kreidezone, also weiter gegen die Mitte des helvetischen Beckens zu sich finden. Der scheinbare Widerspruch löst sich aber sehr leicht, wenn man nur die geologische Uebersichtskarte der Schweiz aufmerksam ansieht. Man bemerkt, dass die den Nordrand der Alpen begleitende Kreidezone meist in zwei parallelen Zügen zu Tage tritt, von denen der eine unmittelbar das ältere Gebirge begleitet, der zweite aber von dem ersteren durch eine continuirliche Zone jüngerer Eocänbildungen getrennt ist. Hiernach müssen wir uns die Bodenverhältnisse

¹⁾ Hébert, Bull. soc. géol. Fr. XXVIII, 1870/1871, pag. 160.

am Nordrande der Alpen zur Zeit des Eocän so vorstellen, dass ein langer, schmaler Wall, der uns jetzt als die äussere Kreidezone erscheint, über das Niveau des Eocänmeeres gehoben war, und den alten Küstensaum in einer gewissen Entfernung begleitend, einen schmalen Canal von dem übrigen Eocänmeere abtrennt habe.

Dass die Hebung dieses Walles nicht plötzlich zu Anfang der Eocänzeit eingetreten, braucht wohl nach den heutigen Anschauungen über geotektonische Vorgänge kaum einer Erläuterung, und wir müssen uns daher vorstellen, dass schon zur Kreidezeit dieser während der Eocänzeit vollständig über Wasser gehobene Rücken eine Seichtzone bedingt habe, auf welche gegen das Ufer hin eine Zone von grösserer Tiefe folgte.

Diese Tiefenzone ist es nun, in welcher wir die meisten Bildungen mit alpiner Facies finden, ein begreiflicher Umstand, da der gröbere Theil des Sedimentmaterials, welches die Flüsse vom festen Lande unmittelbar in diese Rinne führten, hier zur Ablagerung kam, während die weiter seewärts befindlichen Seichtstellen vornehmlich nur von den in Lösung befindlichen, kalkigen Bestandtheilen erreicht wurden. Dass sich an solchen Seichtstellen, die grossentheils von der Trübung verschont waren, eine den physikalischen Verhältnissen entsprechende Fauna angesiedelt hat, ist sehr begreiflich. Dass diese Fauna ferner in ihrem Gesamthabitus sehr viel Aehnlichkeit mit der Fauna der Kreideablagerungen im Jura zeigt, erklärt sich aus dem einfachen Umstande, dass der Jura gegenüber dem französischen Centralplateau eine ähnliche Rolle gespielt zu haben scheint, wie die eben besprochene Seichtzone gegenüber den Alpen.

Nach dem eben Angeführten erscheint also die pelagische Facies mehr litoral als die sogenannte litorale selbst, und die an sich wenig zutreffende Bezeichnungsweise alpine und jurassische Facies wird durch die von Hébert proponirten Namen kaum verbessert, im Gegentheile liegt die Gefahr nahe, hiedurch geradezu unrichtige Begriffe zu fördern.

Immerhin ist es aber ein sehr anzuerkennendes Verdienst des Herrn Hébert, durch einen natürlichen Erklärungsversuch die durch nichts als unerweisbare Annahmen gestützte Trennung eines so offenbar einheitlichen Wassergebietes, wie das helvetische Becken, in eine sogenannte mediterrane und mitteleuropäische Provinz, wenigstens soweit es die Kreidebildungen betrifft, überflüssig gemacht zu haben. Eine solche Trennung ist auch nicht gut aufrechtzuerhalten in einem Falle, wo man sieht, dass an vielen Stellen innerhalb der Alpen sich Bildungen mit sogenannter jurassischer Facies wiederholen, sobald daselbst die Ablagerungs- und Lebensbedingungen ähnliche waren, wie im Jura.

Die alpinen und die jurassischen Kreideablagerungen sind also durchaus nicht etwas spezifisch Verschiedenes, wie man sich längere Zeit hindurch nachzuweisen bemühte, sondern zeigen die auffallendste Uebereinstimmung. Der Unterschied besteht nur darin, dass die Kreidebildungen im Jura einerseits viel unvollständiger sind, und andererseits nur gewissen Ausbildungsweisen der alpinen Kreideablagerungen entsprechen.

Die Mannigfaltigkeit der cretacischen Bildungen ist also in den Alpen eine grössere als im Jura und es erscheint daher vom Stand-

punkte der Alpengologie die Ausbildung der Kreide im Juragebiete nur als ein einfacher Specialfall und will als solcher aufgefasst werden von Jedem, der die Bedeutung einer Ablagerung für die Stratigraphie nicht nach der Anzahl der Bände beurtheilen will, die darüber geschrieben worden sind, kurz nicht nach der Rolle, die sie in der Literatur, vielmehr nach jener, die sie in der Natur spielt. Denn, dass die Kreideablagerungen im Jura von allen Kreidebildungen im helvetischen Becken zuerst und am allervollständigsten studirt und bekannt geworden sind, ändert nichts an der Thatsache, dass sie unvollständig und einförmig entwickelt sind.

Ueber das wahre Verhältniss der alpinen Kreidebildungen zu den jurassischen haben erst die classischen Arbeiten Lory's¹⁾ in der Dauphiné volle Klarheit gebracht. Doch findet man die so hochinteressanten Ergebnisse der Arbeiten Lory's in den meisten späteren Arbeiten über die schweizer alpine Kreidezone nicht verwendet. Speciell bei den Ostschweizer Autoren begegnet man immer dem Bestreben, die alpinen Bildungen in den, wie schon mehrfach erwähnt, zu engen Rahmen einzupassen, der durch die Untersuchungen in der jurassischen Kreide geschaffen wurde. Dieses Bestreben ist bis zu einem gewissen Grade begreiflich, weil die bisher in der Ostschweiz, speciell von Escher und Prof. Kaufmann eingehender untersuchten Stellen der Kreidezone nur dem äussersten Rande derselben angehören, und gerade hier die Aufschlüsse nirgends so tief gehen, um auch die tiefsten Bildungen der Kreide zu Tage zu bringen. Dies gilt vom Sentis ebenso wie von den in der Umgebung des Vierwaldstädter Sees bisher näher untersuchten Kreidelocalitäten. Wenn hier die Untersuchungen nicht so, wie es geschehen, entlang dem äussersten Rande, sondern quer auf das Streichen der Kreidezone geführt worden wären, würde man ein viel vollständigeres Bild von der Ostschweizer Kreidezone bisher erlangt und sich wahrscheinlich schon lange von der grossen Analogie derselben mit den Ablagerungen der alpinen Kreide in Südfrankreich überzeugt haben, wie dies in neuerer Zeit z. B. durch Herrn Gilliéron in den Freiburger Alpen geschehen ist.

Die folgenden Blätter haben die Bestimmung zur näheren Kenntniss eines kleinen Theiles der nordalpinen Kreidezone, nämlich soweit dieselbe innerhalb der Landesgrenze von Vorarlberg verläuft, einen Beitrag zu liefern. Dieser Theil der nordalpinen Kreidezone ist nichts weniger als ein Novum in der Literatur. Im Gegentheile waren es bereits drei der ausgezeichnetsten Alpenforscher, die sich mit derselben in eingehender Weise beschäftigt haben, nämlich Escher v. d. Linth²⁾, Prof. Gümbel³⁾ und v. Richthofen⁴⁾.

Die Untersuchungen des ersteren sind älter als die bahnbrechenden Arbeiten Lory's in Südfrankreich, und demgemäss erscheint auch die grosse Masse der unteren Kreideablagerungen nicht weiter gegliedert, sondern einfach unter dem Sammelbegriffe „Spatangenkalk“ angeführt.

¹⁾ Lory, Carte géol. de la Dauphiné Bull. soc. géol. Fr. 1857, pag. 10.

²⁾ Escher, Nördl. Vorarlberg. Neue Denksch. XIII, 1853.

³⁾ Gümbel, Bayr. Alpen, 1861.

⁴⁾ v. Richthofen, Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1861—1862.

Herr Prof. G ü m b e l ist bestrebt, die Kreidebildungen in Vorarlberg mit den jurassischen Kreideablagerungen möglichst in Einklang zu bringen und nimmt auf die in Südfrankreich gewonnenen Erfahrungen weniger Rücksicht als Herr v. Richthofen, der ein den tiefsten Kreidebildungen in der Provence äquivalentes Glied an der Basis der Kreide in Vorarlberg unter der Bezeichnung Rossfeldschichten ausscheidet und von demselben anführt, dass es tiefer ist als das Aequivalent des tiefsten Gliedes der jurassischen Kreide, des Valangien.

Seit dem Jahre 1862 hat sich sowohl das Arbeits- als auch das Vergleichsmateriale zur Beurtheilung der Vorarlberger Kreideablagerungen bedeutend vermehrt, und eine dem neueren Standpunkte entsprechende Darstellung des Gebietes dürfte sonach nicht überflüssig erscheinen.

I. Stratigraphie.

Tithon.

Das tiefste Glied, welches im Gebiete der Vorarlberger Kreide zu Tage tritt, die Unterlage des ganzen Kreidesystems, bildet der seit 1846 durch Escher¹⁾ bekannte Jurakalk von Au. Es ist dies ein dunkelgraublauer, stellenweise beinahe schwarzer, sehr feinkörniger, spröder Kalk, der besonders im unteren Theile, da wo er in massigen Bänken auftritt, von vielen weissen Kalkspathadern durchzogen ist. Seine Färbung rührt theils von einem kleinen Gehalte an Bitumen, theils von fein vertheiltem, an frischen Bruchflächen häufig selbst mit freiem Auge sichtbarem Pyrit. Der Kalk bleibt sich in seiner ganzen Mächtigkeit petrographisch gleich, nur wird derselbe gegen die obere Grenze nach und nach dünnschichtiger. Aus dem thonigen Anfluge, der die Schichtflächen der unteren dicken Bänke überzieht, entwickeln sich allmählig schwarze, schiefrige Zwischenlagen, die immer häufiger und stärker werden, schliesslich den Kalk ganz verdrängen und einen mächtigen Horizont bilden, welcher, da der Mergelschiefer leicht verwittert, einen breiten mit vielen fruchtbaren Weiden bedeckten Sattel bedingt, auf welchem südlich von der Canisfluh die Almen Ober, Wurzach, Canis, Wildgunten etc. liegen.

Die Uebergänge vom Auerkalk zu der höheren Mergelzone lassen sich am besten und klarsten beobachten, wenn man auf dem Wege von Mellau nach der Canisalm auf halbem Wege bei der Hochstättenalp durch die Runse des Albaches die Höhe zu gewinnen sucht, oder auf dem Wege nach der Wildguntenalm bei der sogenannten Rossstelle sich dem Sattel nähert. Der Auerkalk stimmt nicht nur petrographisch, sondern auch in der Lagerung aufs Auffallendste mit einem in der Ostschweiz sehr verbreiteten, mächtigen Gebirggliede überein, welches von Escher den Namen Hochgebirgskalk erhalten hat, und welches derselbe so wie den Auerkalk für ein Aequivalent des weissen

¹⁾ Escher, Bronn's Jahrb. 1846, pag. 427.

und vielleicht eines Theiles des braunen Jura ansieht¹⁾. Wie die Erfahrungen der neueren Zeit gelehrt haben, kommt diese Darstellung Escher's in ihrer weiten Fassung der Wahrheit viel näher als jene Auffassung, welcher wir in den Schriften Prof. Studer's²⁾ begegnen, und nach welcher der Hochgebirgskalk immer als alpiner Oxford angeführt, also einem bestimmten Gliede des Malm gleichgestellt wird.

Nach dieser Auffassung ergäbe sich zwischen dem Hochgebirgskalk und den im Hangenden desselben auftretenden Kreidebildungen eine bedeutende Lücke, an welche jedoch Niemand gut glauben kann, der die allmäligen Uebergänge zwischen Hochgebirgskalk und unterer Kreide, wie sie eben von der Canisfluh geschildert wurden, verfolgt hat.

Derselben Auffassung in Bezug auf das Alter des Auerkalkes wie bei Studer begegnen wir auch bei v. Richthofen³⁾, nur mit dem Unterschiede, dass v. Richthofen die obersten, dünnschichtigen, von Mergeln stark durchsetzten Lagen als Rossfeldschichten von der grossen Masse des Auerkalkes abtrennt und nur die tieferen, gröber geschichteten Massen als Oxford auffasst. Richthofen thut das Letztere hauptsächlich auf Grund einer unrichtigen Petrefaktenbestimmung von Escher und Merian, welche dieselben an schlecht erhaltenen Resten vorgenommen, die sie unmittelbar bei dem Dorfe Au in dem Jurakalke gefunden hatten. Nach dieser kämen bei Au folgende Arten vor:

Ammonites biplex Sow.
 „ *Zignodianus* d'Orb.
 „ *Lamberti* Sow.
 „ *convolutus* Schl.
Belemnites semihastatus Qu.
Terebratulula globata Sow.

Auf Grund ganz derselben Petrefakten stellt Herr Prof. Gümbel⁴⁾ den Auerkalk ins Callovien. Derselbe trennt in ähnlicher Weise wie v. Richthofen die obersten schiefrigen Lagen, welche den Uebergang vom Auer Kalke zum folgenden Mergelhorizonte bilden, als selbstständiges Glied unter der Bezeichnung Aptychenschichten ab und rechnet dieselben noch zur oberen Abtheilung des Malm, während v. Richthofen dieselben, wie bereits erwähnt, unter der Bezeichnung Rossfeldschichten als tiefstes Kreideglied auffasst.

Der erste, welcher neben Escher von der einmal eingebürgerten Ansicht, dass der Auer Kalk so wie der Hochgebirgskalk nur die Oxfordstufe vertrete, abwich, ist Oppel. In seiner klassischen Arbeit über die tithonische Etage⁵⁾ sagt derselbe: „Fimbriate Ammoniten und zahlreiche Exemplare einer dem *Amm. Calisto* nahestehenden Art, welche sich in den dunklen Kalken an der Strasse bei Au im Bre-

¹⁾ Escher, Nördl. Vorarlberg. Neue Denksch. XIII, 1853, pag. 9.

²⁾ Studer, Geol. der Schweiz II, pag. 48 und 53.

Index der Petrog. und Stratig. der Schweiz, 1872, pag. 22 und 122.

³⁾ v. Richthofen, Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1862, pag. 164.

⁴⁾ Gümbel, Bayr. Alpen, pag. 485.

⁵⁾ Oppel, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. XVII, 1865, p. 537.

genzer Walde fanden, machen es wahrscheinlich, dass die dortigen Juraschichten, welche von Escher v. d. Linth und von Gümbel unter der Bezeichnung Auer Kalk in die Literatur eingeführt wurden, tithonisches Alter besitzen. Ohne Zweifel nimmt die Etage im nordöstlichen Theile der Schweiz an der Bildung von Escher's Hochgebirgskalk theil, und es ist zu erwarten, dass dieselbe sich durch bestimmbare Einschlüsse noch weiter zu erkennen geben wird.“

Die Auffassung Escher's, der Hochgebirgskalk vertrete den ganzen Malm, fand durch die späteren Arbeiten der Herren Bachmann¹⁾ und Moesch²⁾ ihre volle Bestätigung. Ebenso hat sich auch die Ansicht Opper's, dass ein Theil des Hochgebirgskalkes tithonischen Alters sei, durch die Auffindung des Stramberger Nerineenkalkes sowohl als der Stramberger Cephalopodenfauna in den obersten Partieen des Hochgebirgskalkes auf das Glänzendste bestätigt gefunden.

In Vorarlberg wurde von Prof. Zittel³⁾ der erste Versuch gemacht, die Vermuthung Opper's zu bestätigen und die tithonische Stufe nachzuweisen. Doch scheiterte derselbe an der Unzulänglichkeit des paläontologischen Materials. In einem diesbezüglichen Briefe an Hofrath v. Hauer äussert sich Prof. Zittel: „In Au waren meine Bemühungen von geringem Erfolge begleitet. Der spröde, marmorartige, graue Jurakalk ist fast ganz fossilfrei, und die von Escher citirten Versteinerungen stammen wahrscheinlich aus den obersten, schwarzen, schiefrigen Lagen, welche an der Strasse, dicht an der Bregenzer Ache schön aufgeschlossen sind. Die bedeutenden Sprengungen, welche bei der Strassenanlage nothwendig waren, hatten, wie es scheint, ziemlich viele Versteinerungen zu Tage gefördert, wenigstens wurden mir mehrere Stellen gezeigt, wo früher solche vorkamen, und noch im Jahre 1863 hatte Opper zahlreiche Exemplare eines dem *Amn. Callisto d'Orb.* ähnlichen Ammoniten aufgefunden. Meine eigene Ausbeute beschränkte sich auf einen unbestimmbaren Belemniten, eine Terebratula und mehrere Fragmente des obigen Ammoniten“.

Wie Herr Prof. Zittel ganz richtig bemerkt, sind es die obersten schon schiefrigen Lagen am Südostfusse der Mittagfluh, welche die Cephalopodenfauna von Au einschliessen. Dieselben bilden hier einen letzten kleinen Rest des obersten, schiefrigen Horizontes der Auer Kalke, welcher von der Denudation verschont geblieben ist. Denn unmittelbar unter der petrefaktenreichen Lage fängt schon der massige Auer Kalk an, der weiter gegen Schopernau zu Bauzwecken gebrochen wird. Die petrefaktenreiche Schichte liegt sonach an der Basis des obersten, schiefrigen Horizontes, an der Grenze gegen die tiefere, dickgeschichtete Masse des Auer Kalkes. Die Erhaltung der Versteinerungen, mit Ausnahme der Brachiopoden, ist eine ziemlich ungünstige, doch liessen sich von einem grösseren Materiale folgende Formen mit Sicherheit bestimmen:

¹⁾ Bachmann, Ueber Jura im Canton Glarus, Berner Mitth. 1863.

²⁾ Moesch, Jura in den Alpen der Ostschweiz, 1872.

³⁾ Zittel, Obere Jura- und Kreidesch. in den Vorarlberger Alpen. Verh. drr k. k. geol. Reichs-Anst. 1868, pag. 2.

- Belemnites semisulcatus* Münst.
 " *Pilleti* Pict.
Aptychus imbricatus H. v. Mey.
Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.
 " *municipale* Opp.
Phylloceras Calypso d'Orb.
 " *silesiacum* Opp.
Haploceras tithonium Opp.
Perisphinctes Callisto d'Orb.
 " *transitorius* Opp.
 " *cf. Nieri* Pict.
 " *cf. Köllikeri* Zitt.
Terebratula diphya Col.
 " *Bieskidensis* Zeusch.
Rhynchonella Hoheneggeri Suess.

Diese Fauna macht es wohl unzweifelhaft, dass wir es bei Au mit einem Aequivalente des Stramberger Horizontes zu thun haben und zeigt, wie vollkommen berechtigt die Vermuthung Ooppel's war. Die aufgezählten Formen stammen sämmtlich aus einer und derselben Bank von etwa 1' Dicke. Tiefer in den massigen Kalken sowie höher in dem schiefrigen Horizonte, der den Uebergang zur Mergelzone bildet, sucht man vergeblich nach Versteinerungen. Die Frage also, wie viele und welche Horizonte des weissen Jura in den grobbankigen Schichten des Auer Kalkes, die sich im Liegenden des Stramberger Horizontes finden und in der engen Schlucht zwischen Au und Schnepfau in grossentheils unzugänglichen, steilen Wänden zu Tage treten, enthalten sind, muss vorderhand eine offene bleiben.

Ebenso schwierig zu beantworten ist auch die zweite Frage, ob der schiefrige Uebergangshorizont im Hangenden der Stramberger Fauna mit Prof. Gümbel noch als jurassisch, oder mit v. Richthofen als bereits cretacisch anzusehen ist. Petrographisch hat derselbe mit dem darüberfolgenden, sicher cretacischen Mergelschiefer-Horizonte ebensoviel gemeinsam, wie mit dem tieferen Auer Kalke. Schlagende paläontologische Belege lassen sich bei der grossen Petrefaktenarmuth dieser Schichten nur schwer erbringen, denn in der Regel sind es nur schlecht erhaltene Aptychen, welche man findet. v. Richthofen führt aus den obersten Lagen der Canisfluh *Aptychus Didayi* an, dagegen behauptet Prof. Gümbel, die Aptychen dieser obersten Schichten stimmen mit solchen der Ammergauer Wetzsteinschichten und seien jurassisch.

Unter den Resten, welche mir in den obersten Lagen des fraglichen Horizontes aufzufinden möglich war, befindet sich allerdings ein Aptychus, der sich nur mit *A. Didayi* Coqd. gut vergleichen lässt, sowie ein Bruchstück eines Ammoniten, welcher der Berriasform *Amm. occitanicus* Pict. sehr ähnlich sieht, so dass man glauben sollte, die obersten Lagen des schiefrigen Uebergangshorizontes enthalten bereits eine Berriasfauna. Damit ist freilich keinesfalls ausgeschlossen, dass die tieferen Lagen noch Aptychen von jurassischem Gepräge führen können.

Wie überhaupt in den ganzen Nordalpen, ist sonach auch in Vorarlberg der Uebergang von Jura zur Kreide ein so allmäliger und vermittelter, dass sich kaum eine scharfe Grenze angeben lässt. Im vorliegenden Falle müsste man, da die tithonische Fauna sich in einer der tiefsten Bänke des Schieferhorizontes findet, dagegen die aus dessen obersten Lagen stammenden Reste auf eine Berriasfauna schliessen lassen, die Grenze zwischen Jura und Kreide mitten durch diesen schiefrigen Uebergangshorizont ziehen.

Dieser Horizont hat eine Mächtigkeit von circa 100 Meter und überkleidet wie ein Mantel das steile Juragewölbe der Canisfluh — Mittagfluh. Derselbe ist nur an der Stelle der höchsten Wölbung zu beiden Seiten des Bruches zwischen Au und Schnepfau durch Denudation entfernt, lässt sich aber am ganzen Südabhange der Canisfluh gut beobachten, dessgleichen am Hohen Koyen, der die unmittelbare Fortsetzung der Canisfluh nach Westen bildet. Jenseits des Bruches, östlich von der Bregenzer Ache, trifft man den Schieferhorizont gut entblösst südlich von der Thalung des Hirschbergbaches, dessen Lauf soziemlich der Grenze zwischen dem Schiefer- und dem höheren Mergelhorizonte folgt, und ebenso zu beiden Seiten des synklinalen Thälchens des Weissenbaches.

Kreide.

Berriasschichten.

Dem oben besprochenen Kalkschiefer concordant aufgelagert und sich allmähig aus demselben entwickelnd, trifft man im ganzen Umkreise der Jurainsel einen circa 100 Meter mächtigen Schichtcomplex, der sich vorwaltend aus dunkelgrauen, leicht verwitternden Mergelschiefern zusammengesetzt. Besonders sind es die tieferen Parteen, in denen das thonige Element bedeutend vorherrscht, und die daher auch besonders leicht verwittern, während die höheren Lagen kalkreicher und in der Regel etwas lichter gefärbt sind, wenigstens lichter anwittern. Dieses Verhältniss lässt sich besonders gut beobachten, wenn man den niedrigen Grat östlich von der Wurzachalpe verfolgt, welcher den Südabhang der Canisfluh mit dem Hochglockner verbindet und die Wasserscheide bildet zwischen den in östlicher Richtung gegen Au und in westlicher gegen Mellau abfließenden Wässern. Man kann hier beinahe Schichte für Schichte die ganze Folge beobachten.

An der Grenze der oberen kalkreichen Partie gegen die untere thonreiche findet sich in dem eben angedeuteten Profile eine bei 4 Meter mächtige Bank eines späthigen, theilweise oolithischen, grauen Kalkes, der eine Menge Trümmer von organischen Ueberresten führt und besonders häufig eine kleine, der *Ostrea Boussingaulti d'Orb.* ähnliche Auster. Dieser Kalk hat petrographisch die auffallendste Aehnlichkeit mit gewissen, weiter unten zu besprechenden Kalken des unteren Urgon.

Verfolgt man diese Bank im Umkreise der jurassischen Insel, so trifft man sie weiter östlich zunächst am Nordfusse des Didamsberges in der gleichen Position wie am Nordfusse des Hohen Glockner mitten in dem Mergelcomplexe, nur mit dem Unterschiede, dass die

Kalkbank selbst viel stärker ist, dagegen die überlagernde Mergelschieferpartie schwächer, so dass es scheint, als hätte sich der Kalk auf Kosten der überlagernden Mergel stärker entwickelt. Noch auffallender wird dieses Verhältniss an dem steilen Nordschenkel der Didamswelle, welcher, wohl zum grossen Theile denudirt, durch die isolirten Spitzen des Sevenschroffen, Mohrekopf, Schagunter Kopf und den südlichen Theil des Hirschberges repräsentirt erscheint. Hier hat die Bank des späthigen Kalkes eine Mächtigkeit von über 20 Meter, während die oberen Mergelschiefer kaum angedeutet sind, so dass das nächste Glied des Kieselkalks, welcher im ganzen Umkreise der jurassischen Insel den Mergelhorizont überlagert, hier unmittelbar auf der späthigen Kalkbank aufruht. Sehr klar lässt sich dieses Verhältniss beobachten am Westabhange des Schagunter Kopfes und ebenso auf dem Wege von Schnepfau nach der Hirschbergalpe.

Jenseits der Ache im Mellenthale findet man das entgegengesetzte Verhältniss. Hier lässt sich der späthige Kalk innerhalb des Mergelschieferhorizontes nicht auffinden, trotzdem die Aufschlüsse, besonders am nördlichen Thalgehänge, stellenweise ziemlich tief gehen und sich der Unterschied, den in petrographischer Beziehung die höheren Lagen der Mergelschieferzone den unteren gegenüber zeigen, ähnlich wie am Canissattel machen lässt. Während also im Westen der jurassischen Insel das mergelige Element ausschliesslich dominirt, findet sich im Nordosten derselben ein, und zwar der obere Theil der Mergelschiefer durch ein kalkiges Glied ersetzt, welches sich auch auf die Südseite der Insel zieht, hier jedoch nur schwach entwickelt ist, wie wir es in dem Profile bei der Wurzachalpe sehen, wo die späthige Kalkbank kaum über 4 Meter Mächtigkeit besitzt.

Fälle wie der vorliegende sind für das Studium der stratigraphischen Verhältnisse in den Alpen von grossem Interesse, weil sie zeigen, wie sehr, oft auf minimale Entfernungen hin, die petrographische Beschaffenheit der Ablagerungen wechselt. Die Entfernung des Hirschberges, wo sich die kalkige Bildung stark entwickelt findet, vom Mellenthale, wo sie ganz fehlt, beträgt nämlich kaum eine Wegstunde.

Die Mergelschieferzone ruht überall concordant auf dem tieferen Kalkschiefercomplexe, aus dem sie sich durch allmälige Uebergänge entwickelt, und bedingt eine vertiefte, mit fruchtbaren Weiden bedeckte Zone rings um die Jurainsel, jenseits welcher man überall an die hohe Steilmauer des nächsten Horizontes der Kieselkalke gelangt.

So bilden die Mergelschiefer den Untergrund des Sattels, welcher, von Argenbach bei Au an, den Südfuss der Canisfluh begleitet, und jenseits dessen sich die steilen Höhen des Hochglockner und Hochblanken aufthürmen. Dieselben Mergelschiefer füllen das fruchtbare, von senkrechten Kieselkalkwänden malerisch umrahmte Mellenthal und begleiten den überstürzten Nordabhang des Hohen Koyen. Oestlich vom Laufe der Ache findet man sie wieder am Hirschbergsattel sowie entlang dem Südfusse der Mittagfluh. Diese beiden Züge vereinigen sich östlich in der Gegend der Osterbergalm und ziehen von da quer über die beiden Gräte, welche der Didams in nördlicher Richtung entsendet, nach dem amphitheaterartigen Ifertobel, dessen Tiefe sie füllen.

Die tieferen Lagen des Mergelschieferhorizontes sind ziemlich arm an Versteinerungen. Nur im Ifertobel hat eine etwas reichere Stelle folgende Formen geliefert:

Olcostephanus Astierianus d'Orb. sp.
Haploceras Grasianum d'Orb. sp.
Terebratula Moutoniana d'Orb.
 „ *Euthymi* Pict.
Rhynchonella cf. *Malbosi* Pict.

Dagegen sind die oberen etwas kalkhaltigeren Schiefer ziemlich reich an Petrefakten. Besonders findet sich am Nordgehänge des Mellenthales unmittelbar unter der Kieselkalklage, also die Mergelschieferzone nach oben begrenzend, eine ziemlich reiche Schichte, aus der sich folgende Arten bestimmen liessen:

Belemnites latus Blain.
 „ *dilatatus* Blain.
 „ *conicus* Blain.
 „ *pistilliformis* Blain.
Lytoceras quadrisulcatum d'Orb. sp.
Phylloceras Rouyanum d'Orb. sp.
Haploceras Grasianum d'Orb. sp.
Olcostephanus Astierianus d'Orb. sp.
 „ *Jeannoti* d'Orb. sp.
Hoplites neocomiensis d'Orb. sp.
 „ *cryptoceras* d'Orb. sp.
Aptychus Didayi Coqd.
Terebratula diphyoïdes d'Orb.
 „ *Moutoniana* d'Orb.
Rhynchonella contracta d'Orb.

Eine ganz ähnliche Fauna wie im Mellenthale führen die obersten Lagen des Mergelschiefercomplexes auch oben auf dem Canisfluhsattel. Prof. Zittel¹⁾ konnte unter einer Suite von Resten, welche Oppel aus diesen Schiefen gesammelt, folgende Arten erkennen:

Belemnites latus Blain.
 „ *dilatatus* Blain.
 „ *bipartitus* Blain.
 „ *pistilliformis* Blain.
Aptychus Didayi Coqd.
Terebratula diphyoïdes d'Orb.
 „ cf. *Moutoniana* d'Orb.
Rhynchonella Boissieri Pict.
 „ cf. *contracta* Pict.
Cidaris alpina Cott.
Phyllocrinus Malbosianus Pict.

¹⁾ Zittel, Verh. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1868, pag. 2.

Dazu liessen sich nach den mir vorliegenden Resten hinzufügen:

- Aptychus Mortilleti* Pict. et Lor.
 „ *angulicostatus* Pict. et Lor.
 „ *Seranonis* Coqd.

Die späthigen Kalke, welche, wie bereits gezeigt, hauptsächlich im Nordosten der Jurainsel für die obere Partie des Mergelschieferhorizontes stellvertretend auftreten, schliessen hie und da auch kleine Mergelschieferlagen ein. In einer derselben, östlich von Schnepfau am Fusse des Hirschberges, fanden sich:

- Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb. sp.
Haploceras Grasianum d'Orb. sp.
Olcostephanus Jeannoti d'Orb. sp.
Terebratula Moutoniana d'Orb.

Diese wenigen Formen sind wohl ausreichend, zu zeigen, dass in der That, wie sich schon aus der Lagerung ergab, die späthigen Kalke mit dem Mergelschiefer ein einheitliches Ganzes bilden.

Leider lassen sich aus dem harten Kalke selbst, der stellenweise, wie z. B. bei der Wurzachalpe, voll von organischen Trümmern ist, keine bestimmbareren Fossilreste gewinnen.

Prof. Gümbel führt zwar (pag. 526 Bayr. Alp.) eine Anzahl von Formen an, welche aus einer oolithischen Kalklage der tiefsten Abtheilung der Vorarlberger Kreide stammen sollen, nämlich:

- Rhynch. depressa* d'Orb.
 „ *luta* d'Orb.
Tereb. praelonga Sow.
 „ *Carteroniana* d'Orb.
 „ *Marcousana* d'Orb.
Ostrea Boussingaulti d'Orb.
Astarte striato-costata d'Orb.
Chondrites sp.
 Korallen.
Cidaritenstacheln.

Zu den Echinidenresten bemerkt Prof. Gümbel, dass sie wahrscheinlich Theile zu *Toxaster Campichei* Des., *Hemicidarid patella* Ag. und *Peltastes stellulatus* Ag. seien, und fasst daher die unterste Abtheilung der Vorarlberger Kreide als ein Aequivalent des Valangien Des. auf (pag. 534 l. c.).

Wie jedoch aus dem Petrefactenverzeichnisse (p. 563 l. c.) hervorgeht, stammen die sämtlichen hier angeführten Formen nicht vom Canissattel oder aus der nächsten Umgebung der jurassischen Insel, sondern von Bezau. In der nächsten Umgebung von Bezau gehen aber die Aufschlüsse an keiner Stelle tiefer, als bis an die Kalke des unteren Urgon. Diese unteren Urgonkalke zeigen aber petrographisch die auffallendste Uebereinstimmung mit der Bank an der Wurzachalpe und sind nördlich von Bezau, am sogenannten Bezeck und Sattel sehr fossil-

reich. Aus diesen Kalken scheint die von Prof. G ü m b e l angeführte Fauna zu stammen und ist sonach eine wirkliche Urgonfauna und keineswegs bezeichnend für das tiefste Glied der Vorarlberger Kreide, welches von dem unteren Urgon noch durch eine gewaltige Serie von Bildungen getrennt ist.

Die Ansicht Prof. G ü m b e l's, dass die tiefste Abtheilung der Vorarlberger Kreide mit dem jurassischen Valangien gleichalterig sei, erweist sich sonach bei näherer Betrachtung als auf sehr schwacher Grundlage basirt, sie wird aber auch durch die Lagerungsverhältnisse vollständig widerlegt.

Im Jura bildet das Valangien das unmittelbar Liegende, des sogenannten Mittelneocom oder Neocomien prop. dit Désor. Das Aequivalent dieses Mittelneocom ist in den ostschweizer Alpen, sowie in Vorarlberg klar nachgewiesen in einem später zu besprechenden Mergelschieferhorizonte (Spatangkalk v. Richthofen's). Im Liegenden dieses mergeligen Mittelneocom findet sich in der Ostschweiz und in Vorarlberg ein mächtiger Complex von Kieselkalken in genau derselben Position gegenüber dem Mittelneocom, wie das Valangien im Juragebiet. Es liegt sonach sehr nahe, das Aequivalent des Valangien in diesem Kieselkalkhorizonte zu suchen, wie es von Richthofen in Vorarlberg und von Escher im Sentis, von Letzterem sogar mit Erfolg, geschehen ist, und nicht in dem tieferen Mergelschiefercomplex und seinen kalkigen Einlagerungen. Dieser stellt vielmehr so wie die Balfriesschiefer in der Ostschweiz das Aequivalent der Berriasbildungen dar, für welche man sonst kein Aequivalent hätte, wenn man mit Prof. G ü m b e l die Kreideablagerungen mit dem Valangien beginnen lässt. Dieses Aequivalent muss aber in Vorarlberg vorhanden sein, da der Uebergang von Jura zur Kreide ein so allmäliger und vermittelter ist, dass an eine Lücke, wie sie im Jura an der Basis der Kreide existirt, nicht gedacht werden kann.

Dass Prof. G ü m b e l sich Mühe gibt, seine Beobachtungen über die Kreidebildungen von Vorarlberg und den Algäuer Alpen möglichst mit der im Jura bekannt gewordenen Schichtfolge in Einklang zu bringen, ist sehr begreiflich, denn seine Untersuchungen fallen in eine Zeit, wo die bahnbrechenden Arbeiten Lory's¹⁾ in der Umgebung von Grenoble, welche über die wahre Stellung des jurassischen Valangien Aufklärung brachten, kaum begonnen hatten.

Um so bewunderungswürdiger ist der Scharfblick v. Richthofen's, der die wahre Stellung der tiefsten Kreidebildungen in Vorarlberg, gegenüber jenen im Schweizer Jura, richtig erkannte, und sie als ein selbstständiges Glied unter dem Valangien unter der Bezeichnung Rossfeldschichten abtrennte. Derselbe sagte am Schlusse der Besprechung dieses Gliedes²⁾: „So füllen die Canisfluh und ihre Analoga in der Schweiz die grosse Lücke aus, welche zwischen den paläontologisch so nahe stehenden Neocombildungen der Provence, des Rossfeldes und der fernen Bieskiden zu herrschen schien. Die Canisfluh zeigt

¹⁾ Lory, Carte géol. de la Dauphiné. Bull. soc. géol. Fr. 1857.

²⁾ v. Richthofen, Kalkalpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1862, pag. 166.

ausserdem mit Bestimmtheit, dass das Neocom jener Länder keine blosse Facies des schweizerischen (jurassischen), sondern als ein tieferes, dem Oxfordien (wie oben gezeigt wurde, Tithon) nahe stehendes Glied davon zu trennen ist.“ Freilich dehnt Herr v. Richthofen den aus der ganz richtigen localen Beobachtung an der Canisfluh abstrahirten Schlusssatz auf alle Bildungen von gleicher Facies aus, was allerdings eine übereilte Schlussfolge ist. Speciell die von Richthofen (pag. 165 l. c.) erwähnten Crioceratenschichten von Barrême, sowie auch jene in der Stockhornkette, gehören einem viel höheren Niveau an, als die Bildungen von gleicher Facies in Vorarlberg.

Auch die erwähnte Crioceratenschichte im Justisthal bei Mergligen am Thunersee ist höher, denn sie liegt über dem Kieselkalke an der Basis des Mittelneocom, während die Rossfeldschichten v. Richthofen's in Vorarlberg unter der Kieselkalkmasse liegen, und, verglichen mit den Bildungen im Justisthale, dem ebenfalls unter dem Kieselkalke liegenden Mergelcomplexe mit dem kleinen, verkiesten *Crioceras Studeri* ihrer Lagerung nach entsprechen. Ueberhaupt dürften die Bemühungen, in den Ablagerungen von sogenannter alpiner Facies ein bestimmtes Glied der neocomen Reihe erkennen zu wollen, wovon das Vorgehen v. Richthofen's in Vorarlberg ein Beispiel bietet, wohl zu den überwundenen Standpunkten zählen. Diese Ablagerungen können eben so gut die tiefsten wie die obersten Glieder des Neocom vertreten und sind an kein bestimmtes Niveau gebunden, und es muss in jedem einzelnen Falle erst entschieden werden, welches Niveau es ist, in dem sich die Ablagerung mit alpiner Facies findet, eine Aufgabe, die an Stellen, wo Ablagerungen von alpinem Typus mit solchen von jurassischer Facies wechseln, keinen besonderen Schwierigkeiten begegnet. Viel schwieriger zu beurtheilen sind dagegen die Fälle, wo die ganze Neocomreihe einförmig in der gleichen sogenannten alpinen Facies entwickelt ist, wie z. B. der Biancone der Südalpen, und wie es scheint, auch die sogenannten Rossfeldschichten.

Mit der letzteren Bezeichnung darf man nämlich auch nicht den Begriff eines bestimmten Neocomgliedes verbinden, wie dies hie und da, speciell in dem vorliegenden Falle auch von Richthofen geschehen ist. Vielmehr dürfte der in österreichischen Schriften oft gebrauchte Ausdruck Rossfeldschichten etwa in demselben allgemeinen Sinne zu nehmen sein, wie das „Neocom mit alpiner Facies“ der Schweizer Geologen. Ueberall, wo mau Bildungen von der Art des Neocom mit alpiner Facies in Oesterreich getroffen hat, bezeichnete man sie einfach mit dem Localnamen Rossfeldschichten, ohne über ihr Niveau Bestimmteres sagen zu können, als dass sie neocom seien. Die Rossfeldschichten bilden aber überall einen sehr mächtigen Complex von vorwaltend mergeligen und sandigen Bildungen, von denen einzelne die Fauna des alpinen Neocom führen. Eine nähere Gliederung und Parallelisirung der einzelnen Glieder dieses Complexes mit den verschiedenen Abtheilungen des Schweizer und südfranzösischen Neocom ist jedoch eine bisher ungelöste Aufgabe.

Wenn also Herr v. Richthofen nach seinen Erfahrungen in Vorarlberg die Rossfeldschichten nur als die unterste Abtheilung des Neocom aufzufassen geneigt ist, in dem Sinne etwa wie Berriasschichten,

so begeht er damit den Fehler, das Ganze einem Theile gleichstellen zu wollen, und es erscheint daher die Bezeichnung Rossfeldschichten für den Mergelschiefercomplex im Hangenden der tithonischen Stufe in Vorarlberg nicht sehr passend, da sie leicht zu Missverständnissen Anlass geben kann.

Präciser, weil nur auf diesen untersten Horizont der Kreide beschränkt, ist die Escher'sche Localbezeichnung Balfriesschiefer. Leider wurden diese Schiefer bis auf die neueste Zeit sehr verkannt, und von Escher und seiner Schule zur Juraserie gerechnet. Man konnte sich eben in ähnlicher Art, wie Prof. Gumbel in Vorarlberg, auch in der Ostschweiz nicht von der Vorstellung trennen, dass die Kreideserie mit dem Aequivalente des jurassischen Valangien beginnen müsse, und da man dieses Aequivalent ganz richtig in dem die Balfriesschiefer überlagernden Kieselkalke suchte und im Sentis auch fand, erschien es logisch, selbst in Ermangelung von paläontologischen Belegen die Balfriesschiefer für den Abschluss der Juraserie zu halten, wie wir es z. B. bei Prof. Bachmann¹⁾ sehen. Die Erkenntniss, dass im Juragebiete an der Basis der Kreidebildungen eine bedeutende Lücke in der Ablagerung existire, welche in den Alpen nicht vorhanden, vielmehr durch die sogenannten Berriasbildungen, zum Theile vielleicht auch durch das Thiton ausgefüllt sei, scheint in der Ostschweiz bis in die neueste Zeit noch nicht zum Durchbruche gekommen zu sein.

Auch die Bezeichnung Berriasschichten passt, wenn man sie in ihrer ursprünglichen Bedeutung, welche sie durch die Arbeit Pictet's erhält, auffasst, nicht auf den ganzen in Rede befindlichen Schiefercomplex, sondern nur auf einen, und zwar den unteren Theil desselben. Vergleicht man nämlich die Verhältnisse in Vorarlberg und die ganz gleichen in der Ostschweiz mit der für die Beurtheilung der tiefsten Kreidehorizonte classischen Umgegend von Chambéry und Grenoble, so findet man beiderseits unter den Aequivalenten des jurassischen Valangien, also in Vorarlberg und der Ostschweiz unter den Kieselkalken, in der Dauphiné unter den Kalken von Fontanil einen mächtigen, vorwaltend mergelig ausgebildeten Schichtcomplex. In der Dauphiné lässt sich dieser gut scheiden in eine tiefere kalkreichere (calcair-ciment Héb.), und eine höhere, thonreichere, schiefrige Abtheilung (marnes à petites ammon. ferrug. Héb.). Nur die tiefere dieser beiden Abtheilungen führt jene Fauna, die Pictet von Berrias beschrieben hat, und stellt sonach die wirklichen Berriasschichten vor, oder die „Zone der *Terebratula diphyoides*“, wie Pictet diese Abtheilung nennt. Dagegen wird von Pictet die obere Mergelschieferpartie als „Zone à *belemnites latus*“ getrennt aufgefasst und ebenso von Lory als „erste Belemnitenzone“ selbstständig behandelt. Immerhin haben aber die beiden Zonen so viel Berührungspunkte und so viel organische Formen gemeinsam, dass sie nur in engster Beziehung zu einander betrachtet werden können.

Wie bereits oben angeführt, lassen sich auch in Vorarlberg in dem Mergelschieferhorizonte zwei petrographisch etwas abweichende Abtheilungen unterscheiden. Nur sind es hier die tieferen Lagen, welche

¹⁾ Bachmann, Jura im Canton Glarus. Berner Mittheil. 1863, pag. 165.

mehr Thongehalt besitzen, während die obere Abtheilung kalkreicher ist, also gerade das umgekehrte Verhältniss wie in der Dauphiné. Die ziemlich reiche Fauna, welche die obere Abtheilung in Vorarlberg führt, und welche oben bereits angeführt wurde, kommt, in vollkommener Uebereinstimmung mit ihrer Lagerung, der Fauna der Zone mit *Belem. latus* sehr nahe. Dagegen hat die tiefere fossilarme Abtheilung noch zu wenig Formen geliefert, die ihre Uebereinstimmung mit den Berriasschichten oder der Zone der *Ter. diphyoides*, an deren Stelle sie sich ihrer Lagerung nach findet, documentiren könnten.

Immerhin scheint mir die Eingangs gewählte allgemein verständliche Bezeichnung Berriasschichten für den ganzen Mergelschiefercomplex zwischen Sramberger Horizont und Valangien am besten dem Bedürfnisse zu entsprechen, für die tiefste Abtheilung der Kreide, welche im Juragebiete fehlt, dagegen in den Alpen, wo an der Grenze zwischen Kreide und Jurazeit keine Unterbrechung der Ablagerung stattgefunden hat, überall gut vertreten ist, einen geeigneten Terminus zu haben. Wir haben es hier nicht etwa, wie man sich die längste Zeit hindurch an diesen Bildungen nachzuweisen bemühte, mit einer Facies irgend einer jurassischen Kreideetage, sondern mit einer selbstständigen tiefsten Abtheilung der Kreide zu thun, deren Aequivalent an der Basis der jurassischen Kreide fehlt und die vollkommen den Etagen des Valangien, Mittelneocom, Urgon u. s. w. gleichwerthig ist, ja dieselben an Mächtigkeit sogar bei Weitem übertrifft.

Ob sich diese Etage, welche wir bis heute nur aus den französischen Alpen hauptsächlich durch Lory, und von Montsalvens in den Freiburger Alpen durch Herrn Gilliéron¹⁾ etwas genauer kennen, überall wird in den zwei Pictet'schen Zonen, nämlich die der *Ter. diphyoides* und des *Belemnites latus*, zerlegen lassen, müssen erst nähere Untersuchungen zeigen. Nach den Verhältnissen auf Montsalvens und in Vorarlberg ist dies sogar sehr wahrscheinlich. Mit den Berriasbildungen auf Montsalvens hat überdies die Berriasetage in Vorarlberg auch darin eine grosse Aehnlichkeit, dass innerhalb derselben, ähnlich wie der Ostreenkalk Herrn Gilliéron's kalkige Bildungen von ganz demselben Habitus wie der Ostreenkalk auftreten. In dem Profile an der Wurzachalpe hat die Kalkbank sogar ganz dieselbe Position, wie der Ostreenkalk am Montsalvens, nämlich an der unteren Grenze der Latuszone. Freilich werden in Vorarlberg die Kalke an der Nord-Ostseite des jurassischen Gewölbes so mächtig, dass sie die kalkigen Mergelschiefer der Latuszone fast ganz verdrängen. Dagegen keilen sie im Mellenthale ganz aus und sind nicht mehr aufzufinden, in ganz ähnlicher Art, wie dies Herr Gilliéron (pag. 113 l. c.) von dem Ostreenkalke angibt, der auch nur auf dem Nordwestschenkel der Montsalvenswelle sich findet, dagegen auf dem Südostschenkel fehlt.

Kieselkalk.

Dem Mergelschieferhorizonte der Berriasbildung überall concordant aufgelagert folgt im ganzen Umkreise der jurassischen Insel eine

¹⁾ Gilliéron, Alpes de Fribourg. Matériaux p. l. cart. géol. de la Suisse. Liv. XII.

über 100 Meter mächtige Lage eines im frischen Bruche dunkelgrauen, stellenweise rostbraun, stellenweise auch licht anwitternden sehr festen Kieselkalkes, d. h. einer Bildung, welche zwischen Sandstein und Kalkstein so ziemlich die Mitte hält und local durch das Zurücktreten des einen oder des anderen Bestandtheiles sich bald dem reinen Sandstein, bald dem reinen Kalke nähert. Da, wo er in massigen Bänken auftritt, ist der Kieselkalk gewöhnlich von einer Menge von Sprüngen durchsetzt, welche mit Kalkspath ausgefüllt sind. Rein kalkige Abänderungen kommen verhältnissmässig beschränkt vor und sind dann in der Regel petrographisch von den Urgonkalken, sowie von den tieferen späthigen Kalken der Berriasetage schwer zu unterscheiden. Speciell in der westlichen Umgebung der Jurainsel, also in den Schroffen, welche die Basis des Hochglockner, Hohen Blanken, Hohen Freschen, Mörzelspitz und Guntenhang bilden, findet sich diese kalkige Ausbildung nicht selten, ist aber immer nur beschränkt, und, wie es scheint, an kein bestimmtes Niveau gebunden, da man beim Kreuzen des Horizonts die vereinzelt späthigen Kalkbänke in sehr verschiedener Höhe der Masse des Kieselkalkes eingelagert findet. Eine ausgesprochenere Differencirung zeigt der Kieselkalk im östlichen Theile seines Verbreitungsgebietes, nämlich im Ifertobel und am Fusse des Didams. Hier finden wir auf einer unteren mächtigen Kieselkalklage von gewöhnlichem Aussehen zuerst eine rein kalkige Bildung, nämlich etwa 15 Meter mächtig einen dunklen, beinahe schwarzen Kalkstein, welcher einzelne glitzernde Kalkspathpartikel einschliesst und auf diesem eine reine Sandsteinbildung von etwas grösserer Mächtigkeit. Doch schon am benachbarten Hirschberge lassen sich diese beiden obersten Glieder des Kieselkalkhorizontes nicht mehr gut unterscheiden.

Der Kieselkalk bildet immer die erste steile Terrasse am Abhange des Kranzes von Höhen, welche ringsum die Jurainsel einschliessen. Derselbe spielt in der landschaftlichen Physiognomie des hinteren Bregenzer Waldes eine ebenso wichtige Rolle, wie der in ähnlichen kahlen Felsabstürzen zu Tage tretende Urgonkalk.

In seiner Verbreitung ist der Kieselkalk so wie die Berriasetage so ziemlich nur auf die nächste Umgebung der jurassischen Insel beschränkt und kommt nur noch in den tief eingerissenen Tobeln am Nordfusse des Hohen Freschen auf kleinen Strecken zu Tage, wie z. B. am Oberlaufe der vorderen Dornbirner Ache. Im ganzen übrigen Kreidegebiete gehen die Aufschlüsse an keiner Stelle so tief, um diesen Horizont noch zu erreichen. Derselbe bildet das mächtige Felsband, welches sich vom Fusse des Hochglockner an, unter dem Hohen Blanken hinweg, bis an den Oberlauf des Mellenbaches in die Gegend des Simser Joches zieht, von hier sich quer über das Mellenthal, die synklinale Senkung zwischen der Welle des Hohen Freschen und des Guntenhang mitnachend, nach dem Fusse des Mörzelspitz verfolgen lässt und die Schroffen am Fusse des Guntenhang bis gegen Bengat am Ausgange des Mellenthales bildet.

Oestlich von dem Laufe der Bregenzer Ache bildet der Kieselkalk die erste schroffe, kahle Felsterrasse am Fusse des Didams, welche sich von hier aus nach dem Ifertobel continuirlich fortsetzt. Aus dem Ifertobel lässt sich der Kieselkalk über den Schagunter- und Mohre-

kopf, die er wesentlich zusammensetzt, nach dem Hirschberge verfolgen, wo er, wie bereits angeführt, unmittelbar auf dem späthigen Kalke der Berriasetage aufliegt.

Wie in den ganzen Schweizer Alpen ist auch in Vorarlberg der Kieselkalk äusserst arm an organischen Resten. In seinen tiefsten Lagen im Mellenthale findet sich nicht selten *Aptychus Didayi Coqd.*, der aus der tieferen Berriasetage, wo er zu den häufigsten Fossilien zählt, hier aufsteigt. Petrefaktenführend sind ferner die dunklen Kalke mit den glitzernden Kalkspathpartikeln im Ifertobel und am Fusse des Didams, nur ist man leider nicht im Stande, aus dem sehr harten, splitterigen Kalke an den wenigen zugänglichen Stellen eine genügende Anzahl von bestimmbaren Resten zu erhalten, um nach ihnen das Niveau zu fixiren. Unter meiner Ausbeute lassen sich nur

Hoplites neocomiensis d'Orb sp. und
Olcostephanus Astierianus d'Orb. sp.

bestimmt erkennen, zwei Formen, welche, da sie in verschiedenen Niveaux vorkommen, für keines besonders charakteristisch sind und sonach die Frage nicht beantworten, ob die dunkle Kalklage, wie Herr v. Richthofen vermuthet (Kalkalpen pag. 167), das Aequivalent des jurassischen Valangien ist. Dass dieses Aequivalent in dem Kieselkalke enthalten sei, dürfte, abgesehen von der Lagerung desselben, unmittelbar unter dem Mittelneocom durch die Untersuchung Escher's im Sentis als erwiesen gelten. Freilich scheint im Sentis ein ähnliches Verhältniss vorzuliegen, wie in der Gegend des Vierwaldstätter Sees, dass nämlich die obersten Lagen des Kieselkalkes bereits eine mittelneocome Fauna führen. Wenigstens scheint dies aus dem Petrefaktenverzeichnisse hervorzugehen, welches in den gesammelten Notizen Herrn Escher's über den Sentis¹⁾ die Fauna des Kieselkalkes aufzählt. Denn die Formen

Echinobrissus Olfersii d'Orb.
Terebratula biplicata Sow.
Pecten Robinaldinus d'Orb.
Avicula Cottaldina d'Orb.

kann man nicht gut als Valangienfossilien auffassen. Dass in den obersten Lagen der Kieselkalke mittelneocome Fossilien vorkommen, darf wohl nicht auffallen in Gegenden, in denen, wie im Sentis und am Vierwaldstättersee, der Kieselkalk sehr mächtig, dagegen die mittelneocomen Mergel verhältnissmässig nur gering entwickelt sind, die Kieselkalke also gewissermassen auf Kosten der höheren Mergelbildung entwickelt sind, ihr Absatz sonach in die mittelneocome Periode hineinragt.

In Vorarlberg haben die Kieselkalke eine geringere Mächtigkeit als im Sentis oder am Vierwaldstätter See, ich will nicht sagen, wie in der Schweiz, weil es auch hier wieder Gegenden gibt, wo der Kieselkalk nur in geringer Mächtigkeit auftritt, wie z. B. im Justisthale. Dagegen ist der mittelneocome Mergelschieferhorizont (Spatangenkalk

¹⁾ Escher Beiträg zur geol. Karte der Schweiz Bd XIII, pag. 43.

v. Richth.) in Vorarlberg sehr mächtig, und es dürfte sonach hier in dem Kieselkalke kaum noch ein Theil des Mittelneocom zu suchen sein.

Aber selbst im Falle sich ein solcher nachweisen liesse, darf man wohl kaum, wie Prof. Gümbel (pag. 528 Baier. Alpen, Anmerkung) es thut, den ganzen Kieselkalkhorizont mit der darüber folgenden mergeligen Abtheilung vereinigen und das Ganze für ein Aequivalent der Hauterivemergel oder des jurassischen Mittelneocom halten. Schon die enorme Differenz in den Mächtigkeitsverhältnissen muss eine solche Parallele unwahrscheinlich machen. Während nämlich das Mittelneocom im Jura kaum 50 Meter beträgt, zeigt der Kieselkalk sammt der höheren mergeligen Abtheilung oder die „Gruppe des *Toxaster complanatus*“ Gümbel's an den Nordabstürzen des Didams und im Ifertobel eine Mächtigkeit von mindestens 400 Meter. Diese riesige Masse muss aber Prof. Gümbel nur deshalb logischer Weise einer verhältnissmässig nur gering entwickelten jurassischen Etage gleichstellen, weil er sich, wie oben gezeigt, das Aequivalent des Valangien schon viel tiefer in einem Gliede der Berriasetage zurecht gelegt hat. Wir müssen vielmehr in den „oberen Unterkreideschichten“ oder der „Gruppe des *Toxaster complanatus*“, wie Prof. Gümbel diese Abtheilung nennt, nicht nur das Aequivalent des Valangien und Mittelneocom, sondern, wie weiter unten gezeigt werden soll, auch eines guten Theiles des Urgon und Aptien suchen. In diesem Falle ist dann die Mächtigkeitsdifferenz keine grössere, als wir überhaupt an den alpinen Bildungen gegenüber den jurassischen zu finden gewohnt sind.

Mittelneocom.

Hat man den steilen Schichtenkopf des Kieselkalkes verquert, so gelangt man im Hangenden desselben abermals an einen sehr mächtigen, vorwaltend mergelig ausgebildeten Complex, bestehend aus einem Wechsel von dünngeschichteten, dunklen Mergelkalken und beinahe schwarzen schiefrigen Mergeln, welche mit den Gesteinen der unter dem Kieselkalke liegenden Berriasetage sehr viel Aehnlichkeit haben und nur eine Wiederholung derselben Facies sind.

Da diese Bildung viel leichter und rascher denudirt wird als der tiefere Kieselkalk, wird über dem Schroffen, den der letztere in der Regel bildet, das Gehänge immer sanfter und tritt ein wenig zurück, so dass unmittelbar über der Kieselkalkbank eine kleine Terrasse entsteht, die sich mitunter, z. B. am Nordabhang des Didams, stundenweit verfolgen lässt und einen fortlaufenden Wiesenstreifen trägt.

Die Grenze der oberen mergeligen Etage gegen den tieferen Kieselkalk ist überall sehr klar und scharf. Dagegen ist deren obere Hälfte in verschiedenen Profilen verschieden ausgebildet, in ähnlicher Art, wie wir dies in der Berriasetage gesehen haben. Wie in dieser sind es auch in dem oberen Mergelcomplexe wieder späthige, zum Theile oolithische, graue Kalke, welche in gewissen Profilen gar nicht oder nur untergeordnet, in anderen dagegen in grosser Mächtigkeit auftreten, so dass sie die obere Abtheilung der Mergelbildungen beinahe ganz verdrängen und ersetzen, und diese nur auf ganz untergeordnete, mitunter aber fossilreiche Einlagerungen reducirt sind.

In dem Profile südlich von der Canisfluh quer über den Hohen Glockner ist der mergelige Horizont über dem Kieselkalke bis 1000 Fuss mächtig und von unten bis hinauf sehr gleichförmig entwickelt. Ueber demselben lagert concordant unmittelbar Gaultsandstein.

Die mächtigen Kalke, die man in anderen Profilen des Vorarlberger Kreidegebietes zwischen den Mergelschiefern und dem Gaultgrünsandstein trifft, fehlen hier, wie schon v. Richthofen sehr richtig beobachtet hat, indem er bei der Beschreibung des Profiles zwischen Andelsbuch und Damüls sagt¹⁾: „Eine Eigenthümlichkeit zeigt das Kreidegebirge südlich der Canisfluh. Es fehlt nämlich hier der Caprotinenkalk in grosser Erstreckung. Im Fortstreichen tritt er erst westlich am Hohen Freschen und östlich am Hoch-Ifer wieder charakteristisch auf.“

Am Hohen Freschen ist die Kalkbildung noch verhältnissmässig sehr gering. Sie deckt wie eine Platte, auf welcher hie und da Reste der Gaultgeneigten aufruhend, den sanftgeneigten Südhang des Berges, und ihr Schichtenkopf bildet am Nordabsturze eine sich durch ihre lichtere Färbung von der tieferen dunklen Mergelmasse schön abhebende Zinne, deren Mächtigkeit jedoch nur wenige Meter beträgt.

In dem Masse aber, als man sich nach Westen hin der Gegend von Feldkirch nähert, wird diese Kalkbildung allmählig mächtiger, wie man sich im Laternserthale, an dem Schroffen unterhalb Uebersachsen und an der Illschlucht bei Feldkirch Schritt für Schritt überzeugen kann. In der Illschlucht ist die Mächtigkeit schon gegen 50 Meter und nimmt, wenn man von da aus die Kalkbildungen am Ostrande der Rheinebene nach Norden verfolgt, immer mehr zu, so dass in der nördlichsten Welle, in dem Schroffen des Kuhberges beim Bade Haslach die Kalke schon gegen 150 Meter mächtig werden. Die gleiche Mächtigkeit behalten sie auch im nördlichen und östlichen Theile des hinteren Bregenzer Waldes, in dem Aufrisse zwischen Klausberg und Bezeck, am Winterstauden, den Gottesackerwänden und dem Hoch-Ifer. Erst wenn man vom Hoch-Ifer westlich sich abermals der Gegend südlich von der Canisfluh nähert, fangen die Kalke wieder an auszuweichen und am Didams ist das Verhältniss wieder ein ähnliches, wie auf der entgegengesetzten Seite am Hohen Freschen.

Man sieht also, dass in dem Masse, als man sich von der Gegend des Hohen Blanken und Hochglockner, wo die mergeligen Bildungen bis unter die Gaultdecke ausschliesslich herrschen und die Kalke fehlen, nach Osten, Westen oder Norden entfernt, die Kalkbildungen allmählig überhandnehmen und ihre grösste Entwicklung erreichen in einer Zone, die in weitem Bogen um das jurassische Gewölbe der Canisfluh zieht und durch die Punkte Götzis, Hohenems, Kuhberg, Klausberg, Bezeck, Winterstauden, Gottesacker, Hoch-Ifer bezeichnet wird.

Vergleicht man diese Thatsache mit dem, was oben über die Vertheilung der späthigen Kalke in der Berriasetage gesagt wurde, so ergibt sich das übereinstimmende Resultat, dass es wieder so ziemlich

¹⁾ v. Richthofen, Kalkalpen. Jahrb der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1862, XII, pag. 177.

dieselbe Gegend ist, in welcher die kalkigen Bildungen aussetzen, so dass der obere Mergelschieferhorizont, selbst abgesehen von seiner petrographischen Ausbildung, auch in dieser Richtung als eine getreue Copie der Berriasetage erscheint.

Wenn v. Richthofen sagt, dass in der Gegend südlich von der Canisfluh der Caprotinenkalk fehlt, so ist dies vollkommen richtig, wenn man diesen Namen als Bezeichnung für eine bestimmte Facies nimmt. Denn die kalkigen Bildungen, die man Caprotinenkalk heisst, fehlen hier in der That. Deshalb ist man aber noch kaum berechtigt, anzunehmen, dass während der Zeit, in welcher die mächtigen Urgonkalke zur Ablagerung gelangten, in dieser Gegend gar keine Ablagerungen vor sich gingen. Das allmälige Auskeilen der kalkigen Bildungen gegen die Gegend des Hochglockner hin und ihre schrittweise Vertretung durch die mergeligen macht gerade das Gegentheil sehr wahrscheinlich. Auch lässt der Umstand, dass die Gaultdecke über den mergeligen Bildungen ebenso concordant lagert, wie über den kalkigen, die Annahme einer Lücke in der Ablagerung kaum gerechtfertigt erscheinen.

Wie weiter unten ausführlicher besprochen werden soll, führen die Kalke eine Fauna, die sich nur mit der Urgonfauna des Juragebietes vergleichen lässt. Die Kalke gehören also, und zwar selbst da, wo sie sehr mächtig auftreten, ganz dem Urgon an. Es muss demnach auch das mergelige Glied, welches in der Gegend südlich von der Canisfluh die Kalke ersetzt, derselben Zeitperiode, also dem Urgon zugeordnet werden, und wir haben in der mächtigen mergeligen Abtheilung, welche in dem Profile südlich von der Canisfluh den Raum zwischen Kieselkalk und Gault ausfüllt, das Aequivalent nicht nur des Mittelneocom, sondern auch des Urgon zu sehen.

Freilich sind es vorläufig nur die Lagerungsverhältnisse, welche zu der eben besprochenen Auffassung zwingen. Fossilien sind in den oberen Partien des Mergelcomplexes sehr selten und dann in der Regel, da sie in Schwefelkies umgewandelt und zersetzt sind, unbestimmbar. Nur in den tieferen Lagen, welche dem Mittelneocom entsprechen, findet sich nicht selten *Echinospatagus cordiformis* Breyn.

Dieser Mangel an bestimmbareren Fossilresten im Vereine mit der gleichförmigen petrographischen Entwicklung der ganzen Masse macht es auch in jener Gegend, wo die Kalke fehlen, unmöglich, irgend eine scharfe Grenze zwischen der oberen Abtheilung, welche das Urgon repräsentirt und dem Aequivalente des Mittelneocom zu ziehen. Diese Grenze ist nur da scharf, wo die Urgonkalke normal mächtig entwickelt sind, also im nördlichen und östlichen Theile des Kreidegebietes.

Hier findet sich nämlich an der oberen Grenze des mergeligen Mittelneocom von der grossen Masse der Urgonkalke nur durch eine wenig mächtige Mergellage getrennt, eine sehr petrefaktenreiche glaukonitische Kalkbank, welche eine ausgesprochene Mittelneocomfauna führt, während die darüber folgende Urgonkalkmasse schon in ihren tiefsten Lagen die weiter unten zu besprechende Fauna des unteren Urgon von Bezeck enthält

Die glaukonitische Lage mit der Mittelneocomfauna ist nur etwas über einen Fuss mächtig und bildet den obersten Theil einer gegen 2 Meter starken Bank von sandigem Kalke am Fusse des Kuhberg-schroffens beim Bade Haslach.

Die Fauna, welche diese Lage enthält, ist, abgesehen davon, dass sie die Grenze zwischen Mittelneocom und Urgon genau zu fixiren ermöglicht, auch dadurch von ganz besonderem Interesse, dass sie auf das Auffallendste übereinstimmt mit der Fauna des Mittelneocom von Salève, wie sie von de Loriol beschrieben worden, also einer Fauna von ausgesprochen jurassischem Typus. Der Umstand, dass sich eine solche Fauna im Kreidegebiete von Vorarlberg, also mitten drinn in den Alpen und weit entfernt vom Jura findet, ist wohl sehr geeignet, die älteren Ansichten über die scharfe Abgrenzung des Verbreitungsgebietes der jurassischen und alpinen Faunen auf das gründlichste zu widerlegen.

Die Ausbildung der Kreide im Jura ist nur ein Specialfall, der sich in den Alpen an allen Stellen wiederholt, an denen die gleichen Lebens- und Ablagerungsbedingungen bestanden haben, wie im Jura. Wie in diesem erscheint auch in Vorarlberg das Lager der mittelneocomen Fauna im innigsten Nexus mit dem Urgon, denn die Bank, in der sich dieselbe findet, erscheint gewissermassen als der erste Vorposten der höheren mächtigen Urgonkalkmasse. Die Reste aus der glaukonitischen Lage sind verhältnissmässig gut erhalten, d. h. nie verdrückt und meist beschalt. Es konnten folgende Formen bestimmt werden:

- * *Belemnites pistilliformis* Blain.
- * " *bipartitus* Blain.
- * " *dilatatus* Blain.
- * *Nautilus pseudoelegans* d'Orb.
- * *Schloenbachia cultrata* d'Orb.
- Lytoceras sequens* nov. sp.
- Phylloceras picturatum* d'Orb.
- Haploceras clypeiforme* d'Orb.
- * " *ligatum* d'Orb.
- * " *Grasianum* d'Orb.
- " *cf. latidorsatum* Mich.
- * *Perisphinctes radiatus* Brug.
- * " *Leopoldinus* d'Orb.
- * *Olcostephanus Astierianus* d'Orb.
- * *Hoplites Castellanensis* d'Orb.
- * " *vicarius* nov. sp.
- Natica Hugardiana* d'Orb.
- * *Pleurotomaria Lemani* de Lor.
- " *pseudoelegans* Pict.
- * " *Phidias* d'Orb.
- * " *Favrina* de Lor.
- * " *neocomiensis* d'Orb.
- Pterocera pelagi* d'Orb.
- * *Columbellina maxima* de Lor.
- Aporrhais Emerici* Pict. Camp.

- Pseudomelania Germani* Pict. Camp.
 **Cardium subhillanum* Leym.
 **Cyprina Marcousana* de Lor.
 **Myoconcha Sabaudiana* de Lor.
Arca Robinaldina d'Orb.
 „ *dubisiensis* Pict. Camp.
Avicula Cornueliana d'Orb.
Isoarca neocomiensis nov. sp.
Lima capillaris Pict. Camp.
 * „ *pseudoproboscidea* de Lor.
 **Janira neocomiensis* d'Orb.
 **Pecten Cottaldinus* d'Orb.
 * „ *Carteronianus* d'Orb.
 **Mytilus Cuvieri* Math.
Hinnites Leymerii Desh.
 **Spondylus Roemeri* Desh.
 **Terebratula Salevensis* de Lor.
Waldheimia tamarindus Sow.
 * „ *semistriata* Defr.
 „ *hippopus* Röm.
Terebratulina sp.
 **Terebratella oblonga* d'Orb.
 **Rhynchonella multiformis* Röm.
Argiope sp.
 **Cidaris punctatissima* Ag.
 **Holctypus macropygus* Des.
Pyrina pygea Des.
 * „ *incisa* d'Orb.
 **Collyrites ovulum* d'Orb.
 **Echinospatagus cordiformis* Breyn.

Von diesen 55 Arten stimmen die mit * bezeichneten, also nicht weniger als 35, mit Formen, die de Loriol aus dem mittleren Neocom von Salève beschrieben hat. Auch von den übrigen 20 ist der grösste Theil aus mittelneocomen Ablagerungen des Jura bekannt.

Mit Ausnahme dieser reichen Grenzschiechte sind die mittelneocomen Mergel sehr arm an Fossilien. Nur *Echinospatagus cordiformis* Breyn ist besonders in den tieferen Lagen ziemlich häufig. In den oberen Partien ist es eine circa 3 Fuss mächtige Bank, bestehend ausschliesslich aus Schalen einer breiten, wenig gekielten Varietät der *Ostrea Couloni*, die man nicht selten antrifft, so z. B. in dem Tobel unterhalb der Alpe Gsohl bei Hohenems, ferner in dem Aufrisse unterhalb der Alpe Stenn, östlich von Bezau, sowie weiter östlich im Höllbocktobel.

U r g o n.

Die grosse Masse der Urgonkalke, deren Verhältniss zu den Mergelbildungen in dem vorhergehenden Abschnitte besprochen wurde, ist in der Regel grobspathig, zum Theile oolithisch, stellenweise durch

sandige Beimengungen stark verunreinigt. Die letztere Ausbildungsweise lässt sich z. B. gut beobachten am Kuhberge, desgleichen auf dem Wege von Oberklien über die sogenannte Stiege nach der Emser Reutte, ferner auf dem Wege, der von Schuhtanaalp quer über den Bocksberg nach Ebnit führt u. m. a. O.

Die Kalke besitzen meist im frischen Bruche eine dunkelgraue Färbung und wittern in der Regel licht an. Doch gibt es sehr viele Stellen, wo die Kalke eine schöne rostgelbe Färbung annehmen, und in dieser Abänderung sehen sie dem *Pierre jaune* bei Neuchâtel vollkommen gleich. Eine der am leichtesten zugänglichen Stellen dieser Art findet sich am Fusse des Klausberges, südlich von Schwarzenberg, am linken Abhange des Querbruches, durch welchen die Ache aus dem hinteren Bregenzer Walde austritt.

Nur die oberste Partie der Urgonkalke von etwa 20 Meter Mächtigkeit, die sich überdies nur in jener Zone vertreten findet, in welcher die Kalke ihre grösste Entwicklung erlangen, weicht in petrographischer Beziehung stark von der tieferen, grossen Masse der Urgonkalke ab. Sie besteht aus massigen Bänken eines sehr reinen, im frischen Bruche dunkelgrauen, meist dichten Kalkes, der besonders am Rheine vielfach zu technischen Zwecken gebrochen wird, so bei Unterklien, bei Hohenems, bei Götzis u. s. w.

Dieser oberste Complex von dichtem, reinem Kalke bildet allein das Lager von Caprotinen, die z. B. in den Brüchen bei Unterklien und bei Götzis in erstaunlicher Menge auftreten.

In der grossen Masse der tieferen grobspäthigen Kalke von über 100 Meter Mächtigkeit, welche sich im Liegenden der dichten Kalke finden, trifft man keine Rudisten, sondern nur meist zertrümmerte und abgerollte Reste einer Pygmäenfauna, bestehend vorwiegend aus Bryozoen und Brachiopoden, kleinen Pelecypoden und Gasteropoden, welche mit der Fauna des unteren Urgon im Jura gut übereinstimmt.

Der Name Caprotinenkalk, den man in der Ostschweiz sich gewöhnt hat, auf den ganzen Complex der Urgonkalke anzuwenden, passt sonach nur auf die oberste, auch petrographisch abweichende Abtheilung derselben. Denn nur diese führt Caprotinen, oder vielmehr, nach der generischen Bestimmung Pictet's, Requierien.

Man kann also in Vorarlberg sehr gut unterscheiden ein mächtiges unteres Urgon und ein oberes Urgon oder eigentlichen Rudistenkalk von geringerer Mächtigkeit.

In den unteren Urgonkalken finden sich hie und da gering mächtige Einlagerungen von Mergeln, die gewissermassen als die letzten Ausläufer des mergeligen Aequivalentes der Urgonkalke im südlichen Theile des Kreidegebietes zwischen die grossen Massen der Kalke hinein vorgreifen. Manche von diesen Mergellagen sind petrefaktenreich, andere dagegen, wie z. B. eine Mergelbank, welche man auf dem alten Wege von Andelsbuch nach Bezau zweimal kreuzt, vollständig leer.

Besonders reich ist eine solche Mergelbank, welche bei Unterklien der obersten Partie der unteren Urgonkalke eingeschaltet ist. Dieselbe ist dicht erfüllt von Schalen einer für das mittlere Neocom sowohl, als das untere Urgon sehr charakteristischen Austernart, der *Ostrea rectangularis* Röm. Zwischen den Austernschalen finden sich

aber auch viele Reste von Pelecypoden, Brachiopoden, Echiniden und Bryozoën eingebettet. Es haben sich von dort folgende Arten bestimmen lassen:

- Venus obesa* d'Orb.
Lima Tombeckiana d'Orb.
 „ *Royeriana* d'Orb.
 „ *Orbignyana* Math.
Pecten Robinaldimus d'Orb.
Ostrea rectangularis Röm.
 „ *Minos* Coqd.
Terebratula acuta Quenst.
 „ *Russillensis* de Lor.
 „ *Essertensis* Pict.
Waldheimia tamarindus Sow.
Rhynchonella lata d'Orb.
 „ *irregularis* Pict.
Echinospatagus Ricordeanus Cott.
Phyllobrissus neocomiensis Des.
Botriopygus Campicheanus d'Orb.
Reptomulticava tuberosa d'Orb.
 „ *micropora* d'Orb.
Radiopora heteropora d'Orb.
Berenicea polystoma Röm.
Siphonocaelia neocomiensis de From.

Diese Fauna ist so wie die oben angeführte tiefere Mittelneocom-fauna wieder eine von ausgesprochen jurassischem Typus. Eine grössere Anzahl der citirten Arten sind aus dem mittleren Neocom und unteren Urgon zugleich, einige davon hingegen nur aus dem unteren Urgon allein bekannt, wie *Lima Orbignyana*, *Ter. Essertensis*, *Rhynch. lata* und *irregularis*, *Echinosp. Ricordeanus*, *Botriopygus Campicheanus*.

Diesem vorwiegenden Urgoncharakter der Fauna entspricht sehr gut die Lagerung, in welcher wir die Austernbank von Klien finden, nämlich im oberen Theile der unteren Urgonkalke, von der Rudistenabtheilung nur durch einige wenige Bänke späthigen Kalkes getrennt. Diese Lagerung scheint Herr v. Richthofen weniger berücksichtigt zu haben, da er, wahrscheinlich veranlasst durch den Umstand, dass einige der angeführten Formen zugleich im jurassischen Mittelneocom vorkommen, die Fauna aus der Austernbank von Klien als für das Vorarlberger Mittelneocom charakteristisch anführt (p. 170, Jahrb. XII.), wie er denn überhaupt den ganzen Kalkcomplex des unteren Urgon noch zum Mittelneocom zu ziehen scheint, da er auch die petrefaktenreichen Kalke am Bezeck als mittelneocom bezeichnet und seinem Spatangenkalk zuzählt. Diese Auffassung v. Richthofen's entspricht eben dem damaligen Stande der Kenntnisse über die Kreideablagerungen im Jura, denn die Untersuchungen Lorient's und Gilliéron's bei Landeron, welche das untere Urgon vom Mittelneocom unterscheiden lehrten, stammen aus einer späteren Zeit (1869) als die Arbeit v. Richthofen's (1862).

Eine ähnliche petrefaktenreiche, mergelige Einlagerung wie auf dem Abhange bei Unterklien, und zwar soziemlich in derselben Position, nämlich dem obersten Theile der unteren späthigen Urgonkalke eingelagert, findet sich nördlich von Schönebach, an der Nordseite des Sack, eines Vorsprunges, der das Thal des Subersbaches gegen die Mulde von Schönebach absperret und über welchen der Weg von Schönebach nach Sibratsgefäll führt.

Die hier gesammelten Reste gehören folgenden Arten an:

- Junira atava* d'Orb.
Ostrea tuberculifera Coqd.
Spondylus Römeri Desh.
Waldheimia tamarindus Sow.
Terebratula Essertensis Pict.
 „ *Russillensis* de Lor.
Rhynchonella irregularis Pict.
 „ *lata* d'Orb.
Cidaris malum A. Gras.

Die festen Partien der unteren Urgonkalke selbst sind wohl in ihrer ganzen Mächtigkeit fossilführend und enthalten überall dieselbe Pygmäenfauna. Doch lässt sich nur an wenigen besonders günstigen Stellen, wo die Verwitterung sehr weit vorgeschritten ist, und der Grus wegen der flachen Lagerung nicht durch die Rieselwässer entfernt wird, eine grössere Anzahl bestimmbarer Formen sammeln. Aus frischen Stücken kann man mit Ausnahme der Brachiopoden kaum etwas Bestimmbares erhalten. In der Regel sind es die Schichtflächen der einzelnen Bänke, welche mit kleinen Gasteropoden und Zweischalern ganz bedeckt sind. Die hier angeführte Fauna stammt von einer der günstigsten Stellen auf der Höhe des Sattels zwischen Bezau und Andelsbuch. Dieselbe wurde aus den höheren Partien der unteren Urgonkalke von Prof. Zittel gesammelt, welcher mir dieselbe freundlichst zur Bestimmung überliess. Ueberall aber, wo die Aufrisse tief genug gehen, kann man sich überzeugen, dass auch die tiefsten Lagen der Urgonkalke dieselbe Fauna enthalten. Es fanden sich folgende Arten:

- Nerinea Essertensis* Pict. et Camp.
Cylindrites cretaceus nov. sp.
Ceritella urgonensis nov. sp.
Eulima albensis d'Orb.
Cerithium Zitteli nov. sp.
Turritella laevigata Leym.
Trochus Morteauensis Pict. et Camp.
 „ *Zollikoferi* Pict. et Camp.
 „ cf. *Chavannesi* Pict. et Camp.
Nerita bicostata nov. sp.
Astarte elongata d'Orb.
Trigonia ornata d'Orb.
Cardita quadrata d'Orb.
Opis neocomiensis d'Orb.

- Opis inornata* nov. sp.
Arca Carteroni d'Orb.
 „ *Cornueliana* d'Orb.
Pectunculus Marullensis Leym.
Lima Essertensis de Lor.
 „ *Orbignyana* Math.
 „ *Tombeckiana* d'Orb.
 „ *Russillensis* Pict. et Camp.
Pecten Robinaldinus d'Orb.
 „ cf. *Arzierensis* de Lor.
Javira atava Röm.
Ostrea tuberculifera Coqcl.
 „ *rectangularis* Röm.
Lithodomus amygdaloïdes d'Orb.
Terebratulula Russillensis de Lor.
Waldheimia tamarindus Sow.
Rhynchonella lata d'Orb.
Cidaris muricata Röm.
Pentacrinus neocomiensis Des.

Sämmtliche hier angeführte Arten finden sich, sofern sie nicht neu sind, aus jurassischen Urgonablagerungen citirt und haben zum grösseren Theile in diesem ihr Hauptverbreitungsgebiet. Zwei der neuen Formen sind besonders dadurch von grossem Interesse, als sie Gattungen angehören, welche man bisher nur aus englischen Juraablagerungen kannte. Dieselben gehören aber gerade zu den häufigsten Formen der unteren Urgonkalke und scheinen auch in den Schweizer Alpen in Kalken von gleicher Facies vorzukommen.

Die Fauna des oberen Urgon oder des dichten Rudistenkalkes ist verhältnissmässig sehr artenarm. Es haben sich bisher nur folgende Arten gefunden:

- Requienia ammonia* Math.
 „ *gryphoïdes* Math.
Monopleura trilobata d'Orb.
Sphaerulites Blumenbachi Suder. sp.
Rhynchonella irregularis Pict.

Von diesen fünf Arten ist *Requienia ammonia* die gemeinste.

Die Verbreitung der Urgonkalke wurde bereits in dem vorhergehenden Abschnitte besprochen. Ihre stärkste Entwicklung erlangen dieselben in einer Zone, die in weitem Bogen die Nordseite des jurassischen Kuppelgewölbes begleitet. In dem Masse, als man sich der Gegend des Hochglockner, also der Gegend unmittelbar südlich von der höchsten Erhebung des Juragewölbes, nähert, keilen die Kalke aus und werden durch mergelige Bildungen ersetzt, die in ihrer petrographischen Ausbildung mit dem tieferen Aequivalente des Mittelneocom vollkommen übereinstimmen und ohne scharfe Grenze in dasselbe übergehen.

Die Urgonkalke bilden im nördlichen und östlichen Theile des Kreidegebietes das landschaftlich hervorragende Glied der ganzen

Kreideserie und treten immer in steilen, kahlen, sich wie lichte Bänder oft stundenweit an den Abhängen hinziehenden Terrassen zu Tage. Da wo sie ohne Bedeckung durch jüngere Schichten in flacher Lagerung sich finden, bilden sie wilde Karrenfelder, wie z. B. am Gottesacker.

Aptien.

Am Rheine, speciell an dem Abhange bei Klien, schliessen die dichten Rudistenkalke nach oben mit einer etwa 1 Meter mächtigen Lage von breccienartigem Aussehen ab. Dieselbe besteht aus scharfkantigen Kalkbrocken, die durch ein sandiges Bindemittel wieder fest zusammengekittet sind. Die Möglichkeit der Bildung einer solchen Bank beweist wohl zur Genüge, dass wir es in den Kalken des Urgon in der That mit einer Seichtwasserbildung zu thun haben. Ueber der Breccienbank folgt unmittelbar Gault, dessen Grenze gegen das Urgon im nordwestlichen Theile des Kreidegebietes eine sehr scharfe ist.

Weiter östlich im Bregenzer Walde entwickelt sich aus dem dichten Rudistenkalke nach der oberen Grenze hin ein grobkörniger, späthiger, zum Theile oolithischer Kalk von ganz demselben Aussehen und mit einer ähnlichen Pygmäenfauna wie die unteren Urgonkalke, gewissermassen ein Wiedererscheinen derselben Facies nach der Unterbrechung durch den dichten Rudistenkalk. Leider hat sich bisher keine Stelle gefunden, wo diese Bildung, ähnlich wie die unteren Urgonkalke am Bezeck, so weit zersetzt wäre, dass man eine genügende Anzahl von bestimmbaren Resten aus derselben erhalten könnte. Nur ein charakteristisches Fossil, das man in den unteren Urgonkalken niemals findet, tritt in dieser obersten Urgonabtheilung in grosser Menge auf, nämlich *Orbitulina lenticularis d'Orb.*

An Stellen, wo man die obere Grenze dieser in der Regel nur wenig mächtigen Bildung gegen den überlagernden Gaultsandstein beobachten kann, wie z. B. in dem Steinbruche südlich von Bezau über dem sogenannten Bühl, sieht man einen allmäligen Uebergang, indem der Kalk durch Aufnahme von sandigen Bestandtheilen successive von der Sandsteinbildung verdrängt wird. Die Grenze ist also hier nicht so scharf wie am Rheine, wo sie durch die Breccienbank genau bezeichnet wird und die späthigen Kalke fehlen.

Im südlichen Theile des Kreidegebietes, wo, wie wir gesehen haben, die Urgonkalke nicht vorhanden sind, fehlt selbstverständlich auch die eben besprochene Bildung und die dunklen Mergel, welche an Stelle der Urgonkalke auftreten, halten bis unter die Gaultdecke gleichmässig an.

Die grobspäthige Kalklage, welche im nordöstlichen Theile des Kreidegebietes über dem Rudistenkalke aufrucht, könnte man wegen des häufigen Vorkommens der *Orbitulina lenticularis d'Orb.* als ein Aequivalent des d'Orbigny'schen Aptien auffassen, wie dies von Prof. Gümbel auch geschehen ist (Bayr. Alp. pag. 529). Allein der Zusammenhang dieser Kalke mit dem Urgon sowohl in petrographischer als auch wegen seiner Pygmäenfauna in faunistischer Beziehung ist ein so inniger, dass eine Trennung beinahe unnatürlich erscheinen muss.

Das Aptien in der Form, wie es sich z. B. im Juragebiete, in einzelnen Theilen des südöstlichen Frankreich, in den Pyrenäen auch im anglogallischen Becken als selbstständige Etage über dem Urgon ausgebildet zeigt, findet sich nachgewiesener Massen an sehr vielen Punkten der Nordalpen überhaupt nicht, sondern ist hier in den meisten bisher beschriebenen Fällen, und zwar je nach der Gegend verschieden, nur gleichsam angedeutet. Dabei vertheilen sich die Fossilien, welche man gewöhnlich als charakteristische Aptfossilien ansieht, theils auf gewisse Abtheilungen des oberen Urgon, theils aber auch, wie wir im folgenden Abschnitte sehen werden, auf die tiefsten Lagen des Gault, in denen sie sich mit anderen typischen Gaultfossilien zusammen finden.

Am häufigsten, an den bisher eingehender untersuchten Punkten der Ostschweizer Alpen beinahe Regel, ist der Fall, dass der Rudistenkalk, also die obere Abtheilung des Urgon, durch eine mergelige Lage mit *Orbitulina lenticularis* und anderen Aptfossilien in ein tieferes und ein oberes Lager getrennt ist, das Aптиenglied also mitten zwischen die Rudistenkalke eingeschoben erscheint. So in der Gegend des Vierwaldstätter Sees¹⁾, ebenso auch im Sentsis²⁾, wo die Verhältnisse des Urgon ganz ähnlich sind denen in der Gegend von Grénoble³⁾. In Vorarlberg hat sich dieser Fall bisher noch an keiner Stelle gefunden, wiewohl er in der unmittelbaren Fortsetzung des Sentsis zu erwarten wäre.

Ein zweiter Fall ist der, wo wir über der ganzen Masse des Rudistenkalkes eine späthige Kalkbildung finden, wie sie eben aus Vorarlberg geschildert wurde, oder wie man sie auf Wannenalp und auf den Churfürsten trifft. An den letztgenannten Orten enthält sie einige Aptfossilien, ist dabei aber petrographisch auf das Innigste mit dem oberen Urgon verbunden, gerade wie in Vorarlberg.

Endlich enthalten die untersten Lagen des alpinen Gault neben echten Gaultarten eine grössere Anzahl von Formen, die als für das Aptien charakteristisch angesehen werden. Einen solchen Fall werden wir weiter unten aus Vorarlberg kennen lernen. Ein anderer scheint in den Savoyer Alpen vorzuliegen, wo Herr E. Favre ein Aptien ausscheidet, das petrographisch auf das Innigste mit dem Gault zusammenhängt und auch in der Fauna sich demselben sehr nähert, denn von den sieben Formen, die Herr E. Favre⁴⁾ aus dem Aptien von Goudinière citirt, sind vier im Gault häufig, und zwei eigentlich nicht für das Aptien, sondern für das Urgon charakteristisch. Die drei angeführten Fälle scheinen einander nicht auszuschliessen, sondern könnten im selben Profile vertreten sein. In denselben erscheint das Aptien als integrierender Bestandtheil theils des oberen Urgon, theils des tiefsten Gault, aber nicht als eine selbstständige Etage zwischen diesen beiden ausgebildet, und man würde ein unrichtiges Bild der stratigraphischen Verhältnisse geben, wenn man, nur um dem herge-

¹⁾ Kaufmann, Pilatus, Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. V, 1867, pag. 78.

²⁾ Escher, Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. XIII, 1878, pag. 22.

³⁾ Lory, Carte géol. de la Dauphiné. Bull. soc. géol. Fr. 1857—1858, p. 33.

⁴⁾ E. Favre. Archives Bibl. univ. XXII, 1865, pag. 194.

brachten Etagenschema gerecht zu werden, eine solche ausscheiden wollte.

Die Bezeichnung Aptien stammt bekanntlich von d'Orbigny, welcher unter derselben zunächst die Thone mit *Plicatula placunea* des Seinebeckens und die sogenannten Gargasmergel in der Gegend von Apt im südöstlichen Frankreich begriff, natürlich in der festen Ueberzeugung, dass sich diese Bildung überall, wo die Kreideseerie vollständig entwickelt ist, wiederfinden müsse, und weit davon entfernt zu glauben, dass diese Bildungen nur local entwickelt sein könnten. Erst Lory hat in seiner classischen Arbeit über die Dauphiné das wahre Verhältniss der Aptmergel zu den angrenzenden Etagen des Urgon und des Gault klargelegt. Derselbe sagt von den Aptmergeln ¹⁾:

„Cet étage (marnes aptiennes) manque dans le département de l'Isère, mais il est très développé dans les parties méridionales de la Drôme et les parties occidentales des Hautes-Alpes. Il semble se développer surtout là, où l'étage neocomien supérieur (urgonien) tend à s'effacer ou disparaît complètement.“

Gleich darauf sagt derselbe von der Gaultetage: „La répartition de cet étage est précisément invers de celle du précédent (aptien); il paraît exister constamment dans les montagnes crétacées du département de l'Isère, dans celles du Vercors et du Royans (Drôme); mais il manque dans toutes les autres régions crétacées, où, au contraire, les marnes aptiennes existent.“

Es ist wohl selbstverständlich, dass es zwischen den beiden Extremen Uebergänge gibt, d. h. Gegenden, in denen die Aptmergel wohl vorhanden, jedoch nicht so stark entwickelt sind, um die für die beiden angrenzenden Horizonte des Urgon und Gault charakteristischen Bildungen ganz zu verdrängen, wie z. B. in der Perte du Rhône und im Jura.

In der Literatur über nordalpine Kreide stehen die so interessanten Beobachtungen des Herrn Lory über die Ersetzung der Urgonkalke und zum Theile der Gaultbildungen durch die Aptmergel bisher vereinzelt da, und die bisher angeführten Vorkommen von Aptienbildungen in der nordalpinen Kreidezone entsprechen den drei oben angeführten Fällen, zumal demjenigen, wo das Aptien durch eine zwischen die oberen Urgonkalke eingeschaltete Lage mit Orbitulinen angezeigt ist.

Auch in Vorarlberg ist das Aptien innerhalb der oben näher beschriebenen Zone, in welcher die Urgonkalke ihre stärkste Entwicklung finden, nur rudimentär entwickelt. Dagegen liegt hier auch der interessante Fall vor, dass die Urgonkalke in der Gegend südlich von der Jurainsel ersetzt werden durch Bildungen von vorwiegend mergeliger Natur, die den Aptmergeln der Provence petrographisch sehr ähnlich sehen, und auf denen unmittelbar die nur schwach entwickelte Gaultlage aufliegt.

In diesen Mergeln hat sich in der Gegend von Laterns ein freilich vorläufig nur vereinzelt Exemplar eines *Nautilus Neckerianus*,

¹⁾ Lory, Carte géol. de la Dauphiné. Bull. soc. géol. Fr. 1857—1858, p. 34.

also einer echten Aptform, gefunden, so dass die aus rein stratigraphischen Gründen geschöpfte Vermuthung, die obersten Lagen des höheren Mergelhorizontes, welche die Urgonkalke ersetzen, seien das, was man anderwärts Aptien genannt, ihre Bestätigung zu finden, und sonach das Aequivalent der Urgonkalke hier in der Aptfacies entwickelt zu sein scheint. Weitere Funde und eingehendere Untersuchungen dürften dieses interessante Verhältniss noch besser klären.

Gault.

Ueber den Urgonkalken folgt überall deutlich entwickelt, jedoch in Mächtigkeit und petrographischer Ausbildung an verschiedenen Stellen verschieden, die Gaultlage. Am Kliener Abhang beginnt dieselbe über der oben angeführten Breccienbank, welche den Abschluss des oberen Urgon bildet, mit einer etwa 2 Meter starken, sandigen Mergelschieferlage, die sehr reich an Glaukonitkörnern ist und an ihrer unteren Grenze Versteinerungen führt. Darüber (in Wirklichkeit freilich bei der inversen Schichtfolge am Kliener Abhange darunter) folgt eine circa 15 Meter mächtige, massige Bank eines dichten bis feinkörnigen, etwas kalkhaltigen, dunkelgrünen Sandsteins, der mit gewissen Abänderungen des schweizerischen Kieselkalkes sehr viel Aehnlichkeit hat und in der gleichen Weise wie dieser in vielen Brüchen zu Pflastersteinen verarbeitet wird. Die massige Sandsteinbank ist fast fossilleer, nur hie und da finden sich in derselben kleine Nester von *Inoceramus concentricus Park.*

Ueber der massigen Bank folgt als Abschluss der Gaultlage nach oben, also die Grenzschicht gegen den Seewerkalk bildend, eine circa 1 Meter mächtige Bank von in der Regel etwas mehr lockerem Gefüge, die voll ist von organischen Resten der typischen Gaultfauna, wie sie Pictet aus den Grés verts der Umgebung von Genf beschrieben. Diese Bank scheint in der ganzen oben besprochenen Zone, in der die Urgonkalke ihre stärkste Entwicklung finden, vorhanden zu sein und lässt sich hier mit grosser Sicherheit überall an der Grenze des Gault gegen den Seewerkalk wiederfinden.

Weiter östlich im Bregenzer Walde zeigt die Gaultlage einige Abweichungen. Zunächst fehlt hier die untere sandige Mergellage, und zwar gerade in jener Gegend, wo wir über der Rudistenlage des Urgon die grobspäthigen Kalke entwickelt finden. Aus diesen entwickelt sich unmittelbar, ohne besonders scharfe Grenze, der massige Gaultsandstein. Dieser selbst zeigt sich wohl grossentheils mit denselben Eigenschaften wie am Rheine, doch finden sich Stellen, wo er eine Menge Knauer eines lichten dichten Kalkes enthält, wie z. B. an dem Abhange beim Bade Reutte. An anderen Stellen wird er weniger massig, zeigt eine deutliche Schichtung bis Schieferung und führt dann eine Menge von schlecht erhaltenen Pflanzenresten, wie z. B. am Südabhange des Bayenberges. Die Pflanzenreste dürften dasselbe sein, was Escher *Chondrites Gamschi* genannt hat. Die petrefaktenreiche Bank an der oberen Grenze findet sich auch im Bregenzer Walde mit ganz denselben Eigenschaften wie am Rheine und tritt besonders in der Umgebung von Bezau und von da weiter nach Osten in der Winter-

staudenwelle an sehr vielen Punkten und mit grossem Reichthum an Fossilresten zu Tage.

Etwas abweichend ausgebildet und verhältnissmässig geringer entwickelt ist der Gault in dem südlichen Theile des Kreidegebietes, d. h. auf der Südabdachung der Höhen zwischen Hoch-Ifer und Hoch-Freschen. Hier ist es in der Regel ein lichtgefärbter, quarzitischer Sandstein von geringer Mächtigkeit, der stellenweise, wie z. B. am Didams, sehr fest, quarzitähnlich wird. Stellen mit der typischen dunkelgrünen Färbung, welche der Gault gewöhnlich zeigt, sind in dieser Region, in welcher, wie wir oben gesehen, auch die tieferen Etagen eine abweichende Ausbildung zeigen, sehr selten, und es finden sich auch niemals, weder an der oberen noch an der unteren Grenze der Gaultlage die fossilführenden Lagen.

Sehr petrefaktenreich und in die drei oben angeführten Glieder, von denen das mittlere die Hauptmasse ausmacht, deutlich geschieden ist der Gault nur in der Zone der stärksten Entwicklung der Urgonkalke.

Unter den Fossilien aus der unteren sandig-mergeligen Abtheilung, welche im westlichen Theile des Kreidegebietes die Grenze gegen den Urgonkalk bildet, befinden sich, wie bereits erwähnt, auch solche, die für das Aptien als charakteristisch angesehen werden. Es haben sich von einer Suite, die theils vom Margarethenkapf bei Feldkirch, theils vom Kliener Abhang aus dem untersten Gault stammen, folgende Formen bestimmen lassen:

- Lytoceras Timotheanum* Pict.
Haploceras Mayorianum d'Orb.
 **Acanthoceras Martinii* d'Orb.
 *^c*Milletianum* d'Orb.
ⁿ*Natica Favrina* Pict.
Solarium Tingrianum Pict.
Isoarca Agassizi Pict.
Inoceramus concentricus Park.
 **Terebratula Dutempleana* d'Orb.
ⁿ*Waldheimia pseudomagas* nov. sp.
 **Rhynchonella Gibbsiana* Davids.
Discoidea rotula Agass.
Catopygus cylindricus Desor.
Holaster lacvis Agass.
 **Heteraster oblongus* d'Orb.

Hievon sind die mit * bezeichneten Aptformen.

Escher und v. Richthofen kannten aus dem Vorarlberger Gault nur einzelne Formen dieser unteren Fauna. Arten, welche in der oberen Grenzschichte häufig sind, finden sich dagegen von Escher und Prof. Gümbel nur vom Grönten citirt. Aus Vorarlberg ist die Fauna der oberen Grenzschichte erst 1868 durch Prof. Zittel¹⁾ bekannt geworden, welcher nach Bestimmungen des Hrn. v. Willemoes-Suhm folgende Arten aus der Umgebung von Bezaun anführt:

¹⁾ Zittel, Verh. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1868, pag. 3.

- Belemnites minimus* List.
 " *semicanaliculatus* Blain.
Hamites attenuatus Sow.
 " *cf. virgulatus* Brongt.
 " *sp.*
Turrilites *sp.*
Baculites Gaudini Pict. et Camp.
Phylloceras subalpinum d'Orb.
Haploceras Beudanti Brongt.
 " *cf. Parandieri* d'Orb.
 " *latidorsatum* Mich.
 " *Mayorianum* d'Orb.
 " *Celestini* Pict. et Camp.
Hoplites Milletianus d'Orb.
 " *mammillaris* Schlth.
 " *splendens* Sow.
 " *Lyelli* Leym.
 " *tardefurcatus* Leym.
 " *regularis* Brongt.
Schloenbachia inflata Sow.
Nautilus Neckerianus Pict. et Camp.
 " *Clementinus* d'Orb.
Pleurotomaria turbinoides d'Orb.
 " *cf. Rhodani* Pict.
 " *Cassisiana* d'Orb.
 " *formosa* Leym.
 " *gurgitis* d'Orb.
Turritella *sp.*
Pterocera *cf. marginata* d'Orb.
Avellana incrassata d'Orb.
Solarium conoideum Fitt.
Straparolus *nov. sp.* (*cf. Solar. margaritanum* d'Orb.)
Turbo Fleurisianus d'Orb.
Dentalium Rhodani Pict. et R.
Fimbria *cf. striata* d'Orb.
Arca cottaldina d'Orb.
Isoarca *sp.*
Pecten Raulinianus d'Orb.
Lima *sp.*
Inoceramus sulcatus Sow.
 " *concentricus* Park.
 " *Coquandi* d'Orb.
Plicatula radiola Lamk.
Ostrea canaliculata Sow.
Terebratula Dutempleana d'Orb.
 " *disparilis* d'Orb.
 " *cf. biplicata* Sow.
Rhynchonella *sp.*
Trochocyathus conulus Edw.

Zu diesen 50 Arten lassen sich nach dem mir vorliegenden Materiale noch folgende Formen hinzufügen:

- Crioceras Astierianum* d'Orb.
Lytoceras nov. sp.
Phylloceras Velledae d'Orb.
Schloenbachia cristata d'Orb.
 „ *Bouchardiana* Sow.
 „ *varicosa* Sow.
Hoplites Deshayesi d'Orb.
 „ *Deluci* Brong.
Solarium Martinianum d'Orb.
 „ *granosum* d'Orb.
Trochus Gessneri Pict. et Camp.
Turbo Coquandi Pict. et Camp.
Isoarca Agassizi Pict. et R.
Cardium alpinum Pict. et R.
Plicatula gurgitis Pict.
Arca nana d'Orb.
Terebratula depressa Lamk.
Holaster subglobosus Agass.

Der Gault füllt mit den höher folgenden Seewerbildungen die vielen Synklinalthäler und zieht sich meist auf den flach geneigten Südabhängen der Wellen lappenförmig hinauf. An der in der Regel überstürzten Nordseite der Wellen ist er gewöhnlich verdeckt und nur an Querrissen entblösst, ist aber da auffallender Weise immer mächtiger als an dem entgegengesetzten flachen Südhänge.

Das An- und Abswellen der Gaultlage ist übrigens eine Erscheinung, die in dem ganzen Kreidezuge der Nordalpen, von Savoyen bis nach Vorarlberg, sich wiederholt und im innigsten Nexus mit den tektonischen Verhältnissen zu stehen scheint. Die Gaultlage findet sich in der Regel in der Tiefe der Synklinalen und fehlt sehr häufig, wie z. B. an manchen Punkten in Savoyen, in der Gegend des Vierwaldstättersees und im Justisthale auf der Höhe der Antiklinalen, wo wir über dem Urgon sehr häufig unmittelbar eocäne Bildungen treffen. Die vorhandene Lücke lässt nur eine doppelte Art der Erklärung zu. Entweder war der Gault an diesen Stellen gar nicht zur Ablagerung gekommen, oder er wurde schon vor der Eocänzeit denudirt. In beiden Fällen müssen die Punkte, an denen er fehlt, über das Niveau des Meeres geragt haben, welches, da man in der nächst angrenzenden Synklinale die Gaultbildung wieder trifft, diese erfüllt haben muss. Die wichtigste Folgerung, die sich hieraus ergibt, ist wohl die, dass schon zu Ende der Urgonzeit die Tektonik des Bodens eine dem heutigen Bestande entsprechende gewesen sein muss, und sich die heutigen tektonischen Verhältnisse von den damaligen nicht in der Anlage, sondern nur durch den Grad oder die Intensität der Faltung unterscheiden, die seither kontinuierlich fortgeschritten ist. Der Untergrund des Gaultmeeres war also nicht eben, sondern gewellt, und eine unmittelbare Folge dieses Umstandes sind die Differenzen, die der

Gault von einer Stelle zur anderen in Bezug auf Structur und petrographischer Beschaffenheit sowohl als Mächtigkeit bietet.

Das, was hier vom Gault nur flüchtig angedeutet wurde, scheint auch hinsichtlich vieler anderen Bildungen Geltung zu haben und dürfte in der Folge ein wichtiger Gegenstand des stratigraphischen Studiums werden.

Seewer.

Unmittelbar über der fossilreichen Lage, welche die Gaultbildung nach oben abschliesst, folgt im ganzen Kreidegebiete ein in seiner Mächtigkeit wenig constanter, meist lichtgrauer, dichter Kalk von splitterigem Bruche und dünner Schichtung, der mit dem typischen Seewerkalke, wie er bei Seewen in der Schweiz gebrochen wird, petrographisch sehr gut übereinstimmt. Nur in der Structur ist ein kleiner Unterschied insofern, als der Seewerkalk in Vorarlberg gewöhnlich reiner ist, d. h. nicht von so vielen dünnen, welligen Thonlagen durchsetzt, als der Kalk bei Seewen.

Am stärksten ausgebildet in Vorarlberg ist der Seewerkalk im nordwestlichen Theile des Kreidegebietes, speciell am Abhange zwischen Unterklien und Bad Haslach, ferner in der Felsstufe, welche südlich von Hohenems unmittelbar aus den Alluvionen des Rheinthales auftaucht, dessgleichen auf der Höhe der Bocksberg-Schönemannwelle, wo dessen Schichtkopf in ruhiger Lagerung über dem Gault erscheint. Immerhin erlangt er aber auch da nicht jene bedeutende Mächtigkeit, welche er an manchen Stellen in der Ostschweiz, speciell z. B. auf den Churfürsten zeigt. Im Bregenzer Walde und ebenso im südlichen Theile des Kreidegebietes, zumal in der oft besprochenen Gegend im Süden der Jurainsel tritt die kalkige Bildung stark zurück und wird durch Mergelschiefer grossentheils ersetzt, die sich aus der immerhin vorhandenen, dünnen Kalklage durch allmälige Uebergänge entwickeln. Diese Schiefer sind in ihrer unteren Partie hell gefärbt und sehr kalkreich, nehmen aber nach oben immer mehr an Thongehalt zu, womit auch die Färbung nach und nach eine dunklere wird. Durch Aufnahme von sandigen Bestandtheilen werden die Schiefer nach oben immer rauher und fester und gehen so in einen Complex von Sand-schiefern über, der den Uebergang zum Flysch bildet. Dies gilt insbesondere für den Abfall des Kreidegebietes gegen die regelmässig auflagernde südliche Flyschzone, wo also aus den Schiefen der Seewergruppe sich durch den Sandsteinschiefer unmittelbar der Flysch entwickelt, ohne dass die in der Regel als selbstständiges Glied aufgefasste Nummulitenetage vertreten wäre. Diese ist nur hie und da, z. B. am Südfusse des Hohen Freschen, bei der Alm Garnitzen, angedeutet in einer dünnen sandigen Kalkbank mit Nummuliten, die an der Grenze der Seewermergel gegen den Sandsteinschieferhorizont auftritt.

Im nordwestlichen Theile des Kreidegebietes, da, wo die kalkige Ausbildung der Seewergruppe vorwiegt, ist dagegen die Nummulitenabtheilung über den Seewermergeln gut entwickelt, daher die Grenze zwischen Kreide und Eocän scharf ausgesprochen.

An organischen Resten sind die Seewerbildungen äusserst arm, sowohl die Kalke als auch die Schiefer. In den tiefsten Lagen der ersteren fand sich bei Hohenems ein ziemlich gut erhaltenes Exemplar eines *Acanthoceras Mantelli* Sow., dagegen haben die Schiefer bisher nur unbestimmbare Bruchstücke von *Inoceramen* geliefert.

Im benachbarten Sentis ist es den langjährigen Bemühungen Herrn Escher's¹⁾ gelungen, eine grössere Anzahl von Formen in den Seewerbildungen aufzufinden, und zwar in der unteren, kalkigen Abtheilung:

Holaster laevis Ag.
 „ *subglobosus* Ag.
 „ *suborbicularis* Ag.
Discoidea cylindrica Ag.
Pleurotomaria Maillcana d'Orb.
Acanthoceras Mantelli Sow.
 „ *Rhotomagensis* Brongt.
Schloenbachia varians Park.
Turrilites costatus Lamk.
Nautilus Montmollini Pict.

Aus den Schiefen der Seewergruppe sind dagegen folgende Formen bekannt:

Foraminiferen.
Echinocorys vulgaris Breyn.
Holaster subglobosus Ag.
 „ *laevis* Ag.
Cardiaster subtrigonatus de Lor.
Micraster breviporus Ag.
Tercebratula carnea Sow.
Inoceramus striatus Mant.
 „ *Cuvieri* d'Orb.
 „ *Brongniarti* d'Orb.
Belemnites ultimus d'Orb.
 „ *pistilliformis* Blain.
Ptychoduszähne.
Otodus appendiculatus Ag.
Lamna plana Ag.

Wie diese beiden Faunen zeigen, scheint in der unteren kalkigen Abtheilung der Seewergruppe die cenomane in der oberen schieferigen die senone Abtheilung der oberen Kreide vertreten zu sein. Dabei ist jedoch der Umstand zu berücksichtigen, dass die beiden Bildungen der Seewergruppe durchaus nicht in ihrer Mächtigkeit constant sind, sondern einander, je nach localen Verhältnissen, verdrängen und ersetzen, so dass in einem bestimmten Falle die Grenze zwischen Kalk und Mergelschiefer durchaus nicht auch die Grenze zwischen Cenoman- und Senon-Abtheilung sein muss. Eine weitere Gliederung

¹⁾ Escher, Sentis, Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. T. XIII, 1878, pag. 15.

dieser beiden Abtheilungen der oberen Kreide, wie man sie aus dem anglo-gallischen Becken und überhaupt aus der nordeuropäischen Seditentarea, wo die Bildungen der oberen Kreide stark differenzirt sind, kennt, dürfte bei der grossen petrographischen Einförmigkeit und Armuth an organischen Einschlüssen, welche die Seewergruppe in den Alpen zeigt, kaum jemals gelingen.

Eocän.

Wangschichten.

In der Ostschweiz scheidet man in neuerer Zeit nach dem Vorgehen Escher's¹⁾ über den Seewerschiefern einen bis 100 Meter mächtigen Complex von schwärzlich-grauen, rauhfächigen, sandigen Kalkschiefern unter der Bezeichnung Wangschichten aus und nimmt auf Grund einiger noch nicht näher bestimmter Inoceramenreste, die sich darin gefunden, von diesen Schiefer an, dass sie noch der Kreide angehören und so das jüngste Kreideglied in den Alpen bilden. Diese Wangschiefer scheinen jedoch nur eine locale Bildung zu sein, die in gewissen Profilen auftritt, in anderen dagegen fehlt. Stellenweise geht dieselbe im Streichen allmähig in Nummulitenkalk über (vergl. Kaufmann l. c. p. 58), ein Umstand, der der Auffassung, dass die Wangschiefer cretacisch sind, kaum günstig ist. Dessgleichen lassen Profile, wie das (l. c. p. 59) von Prof. Kaufmann gezeichnete Profil Escher's von der Stockfluh, in welchem Nummulitenkalkbänke mit Wangschiefern wechsellagern, das Alter dieser Schiefer kaum anders denn eocän erscheinen. Am schlagendsten ist aber wohl die Beobachtung von Prof. Kaufmann auf der Bühlalpe, wo die Wangschichten ähnlich wie auf der Wangfluh und am Julberge sich unmittelbar aus den Seewerschiefern entwickeln und in einzelnen kalkreicheren Partien welche die Wangschichten durchschwärmen und von diesen durchaus nicht zu trennen sind, Nummuliten führen.

In Vorarlberg findet man einen den Wangschichten vergleichbaren Schichtcomplex an der Grenze zwischen Seewer und Flysch im südwestlichen Theile des Kreidegebietes. Es sind dies dunkelgraue, sandige, stellenweise mergelige Schiefer mit vielen kleinen Glimmerblättchen, wie sie auch die echten Wangschiefer enthalten. An Ursprünge des Mellenthal sind die Sandsteinschiefer von den Seewerschiefern durch die im vorhergehenden Abschnitte schon erwähnte dünne Kalklage mit Nummuliten getrennt, daher über einer entschiedenen Eocänbildung gelagert. Die Schiefer scheinen im südlichen Theile des Kreidegebietes das Aequivalent der Nummulitenbildung zu sein, die wir nur an der nordwestlichen Grenze des Kreidegebietes entwickelt finden. Dieselben reichen ziemlich weit nach Norden, da man sie auch auf der Spitze der Hohen Kugel, südwestlich von Hohenems, noch antrifft, wo sie sich unmittelbar aus den Seewerschiefern entwickeln.

¹⁾ Vergl. Kaufmann, Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. XIV, 1877, Abth. II, pag. 52.

Nummulitenbildung.

Verfolgt man das Profil in der Richtung von Laterns über die Hohe Kugel weiter nach Norden, so trifft man schon an der Synklinale zwischen den Wellen des Schwarzenberges und des Kuhberges die den Wangschichten vergleichbaren Schiefer nicht mehr. Hier findet sich zunächst über den Seewermergeln eine dunkelgrüne Sandsteinbank von einigen Metern Mächtigkeit, ähnlich dem Burgbergsandstein an Grünten, und über dieser folgen, durch weichere und daher von Vegetation überwucherte Lagen getrennt, zwei starke Bänke eines dunkelgrauen Kalkes, die voll von Nummuliten sind: Diese Bildung lässt sich von dem tiefen Einrisse auf der Südseite des Kuhberges über die ganze Emser Reutte bis in die Nähe von Hohenems verfolgen, ist aber an den meisten Stellen durch Schuttbildungen verdeckt. Am besten aufgeschlossen ist sie in der Nähe des Kuhberges.

Die gleiche Schichtfolge, wie oben auf der Emser Reutte, treffen wir auch an dem überstürzten Nordwestschenkel der Kuhbergwelle beim Bade Haslach. Nur sind hier die Kalke viel mächtiger und sehr eisenhaltig, wodurch sie eine intensiv rothe Färbung erhalten, ja einzelne Lagen sind so eisenreich, dass sie eine Zeit lang für technische Zwecke ausgebeutet wurden. Als oberstes Glied, welches an dem Abhange beim Bade Haslach aufgeschlossen ist, findet man über der kalkigen Abtheilung (in Wirklichkeit also bei der inversen Schichtfolge unter derselben) weiche, zerfallende, dunkle Mergelschiefer, aus denen sich allmählig, weiter gegen Dornbirn zu, echter Flysch entwickelt.

Im weiteren Verfolg der Nordgrenze des Kreidegebietes gegen Osten lassen sich die Grenzbildungen zwischen Kreide und Flysch an keiner Stelle mehr untersuchen, da sie überall bei der überstürzten Lagerung der Kreide gegen den Flysch durch Schuttbildungen zugeeckt sind. Erst am Grünten findet man sie wieder, und zwar in genau derselben Ausbildung wie beim Bade Haslach¹⁾.

Die den Wangschichten vergleichbaren sandigen Mergelschiefer an der südlichen Grenze des Vorarlberger Kreidegebietes nehmen in der Schichtenreihe genau dieselbe Position ein, wie die Nummulitenabtheilung an der Nordgrenze, nämlich zwischen den Seewermergeln und dem echten Flysch, und müssen daher, wie sich dies auch für die Wangschichten der Ostschweiz ergibt, als eine mit der Nummulitenabtheilung gleichzeitige Bildung aufgefasst werden. Auch hier ist es wieder das mergelig-sandige Element, welches im Süden erscheint, während die kalkigen Bildungen wieder dort sich finden, wo wir auch die tieferen Kreideetagen in vorwiegend kalkiger Entwicklung fanden.

Ueberblick.

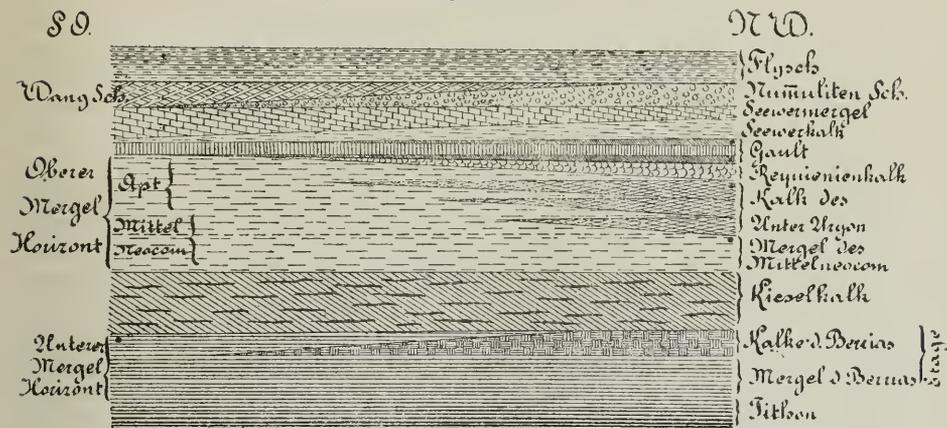
Wenn wir nun das im Vorhergehenden über die stratigraphischen Verhältnisse des Vorarlberger Kreidegebietes Gesagte kurz zusammenfassen, so ergibt sich zunächst als wichtiges Resultat, dass die Kreidebildungen sowohl an ihrer unteren als auch oberen Grenze mit den

¹⁾ Vergl. G ü m b e l, Bayr. Alpen, pag. 582.

Bildungen der benachbarten Formationen auf das Innigste zusammenhängen, sowie dass innerhalb der Ablagerungsserie der Kreideperiode selbst sich nirgends eine nachweisbare Lücke finde, vielmehr innerhalb des Raumes, den die Kreidebildungen von Vorarlberg einnehmen, während der ganzen Dauer der Kreidezeit die Ablagerungen continuirlich aufeinander gefolgt sind.

Der petrographische und der mit diesem gewöhnlich Hand in Hand gehende paläontologische Habitus der Ablagerungen, oder ihre Facies, ist für verschiedene Stellen des Kreidegebietes verschieden. Gleichzeitige Bildungen haben wir in einem Theile des Gebietes überwiegend mergelig, in einem anderen überwiegend kalkig entwickelt gefunden. Speciell war es die an die südliche Flyschzone angrenzende Gegend südlich und südwestlich von der jurassischen Insel, in welcher die mergelige Ausbildung der Ablagerungen das entschiedene Uebergewicht hat, während wir radial von dieser Gegend, nach Ost, West oder Nord ausgehend, allmählig das kalkige Element überwiegen sehen. Das Ganze macht, wenn wir von den complicirten tektonischen Verhältnissen absehen, den Eindruck eines Ablagerungskegels, dessen vorwiegend mergelig ausgebildete Spitze in die Gegend südwestlich der Jurainsel zu liegen kommt, während radial von dieser ausgehend allmählig das kalkige Mittel das Uebergewicht bekommt. Ein schematisches Profil, von der Spitze des Ablagerungskegels nach der Peripherie gedacht, also etwa aus der Gegend des Hoch-Glockner nach der Gegend von Dornbirn, würde beiläufig das folgende Bild geben, in welchem natürlich von den tektonischen Störungen ganz abgesehen wird.

Fig. 1.



Wie wir oben gesehen, finden sich die interessanten Faunen des Mittelneocom und Urgon, welche ein ausgesprochen jurassisches Gepräge

zeigen, gerade nur innerhalb der Zone mit vorwiegend kalkiger Entwicklung. Ihr Vorkommen hängt also auf das Innigste zusammen mit der petrographischen Ausbildung der sie einschliessenden Sedimente. Die Beschaffenheit der Sedimente aber scheint überall von den localen Verhältnissen desjenigen Meerestheiles, in welchem dieselben zur Ablagerung kommen, im höchsten Grade abhängig zu sein, nämlich von der Tektonik des Meeresgrundes, dem Verlaufe der Uferlinie und der Vertheilung der Flussmündungen entlang dieser Uferlinie, sowie etwaigen Meeresströmungen, durch welche das von den Flüssen gebrachte Sedimentmateriale nach bestimmten Richtungen verschleppt wird, und welche daher die Gestalt des Sedimentkegels, der einer jeden Flussmündung entsprechen muss, beeinflussen können.

Für die Auffassung der oben geschilderten stratigraphischen Verhältnisse im Kreidebezirke von Vorarlberg scheint zunächst der Umstand von Wesenheit, dass das Kreidegebiet nicht nur im Norden, sondern auch im Süden gegen das ältere Gebirge hin von einer Flyschzone eingefasst ist, also zur Flyschzeit eine Art breiten Damm gebildet haben muss, der von dem Ufer durch einen schmalen Arm des Flyschmeeres getrennt war. Das langgestreckte Kreidegebiet entspricht sonach einer Bodenerhebung, auf welche gegen das Ufer hin eine rinnenartige Senkung folgte. Dass dieses Verhältniss nicht etwa plötzlich unmittelbar vor der Eocänzeit eingetreten, sondern dass die Tektonik des Bodens, wie sie sich in der Vertheilung der Sedimente zur Eocänzeit so deutlich ausprägt, ihrer Anlage nach schon zur Kreidezeit bestanden habe, dafür sprechen die Erscheinungen, wie wir sie oben an der Vertheilung und Entwicklung der Gaultlage beobachten konnten, sowie die Bildung einer Breccienbank, wie wir sie an der Grenze des Urgon gegen den Gault am Kliener Abhange getroffen. Erscheinungen dieser Art sind wohl nur bei einer sehr seichten Meeresbedeckung möglich, und wir müssen uns daher die heute von den Kreidebildungen eingenommene Gegend als eine Seichtstelle im Kreidemeere vorstellen, die von dem Ufer durch eine Tiefenzone getrennt war. In diese Tiefenzone mündeten zunächst die Flüsse, und daher erklärt sich wohl die Erscheinung, dass wir an der Abdachung, welche dieser Rinne zugekehrt ist, also der Südabdachung des Kreidegebietes, vorwiegend mergelige, also aus Trübung entstandene Sedimente finden (vergl. Fig. 1). Von dieser Trübung blieben die weiter vom Ufer entfernten Seichtstellen grossentheils verschont, daher hier das rein kalkige Element zur Geltung kommt. Es ist selbstverständlich, dass die Fauna, welche sich an solchen von der Trübung verschonten Seichtstellen ansiedelt, eine andere sein wird als jene, die in der Region des trüben und durch den Zufluss von Süsswasser stark alterirten Elementes lebt. Dies gilt in erster Linie natürlich von den sesshaften Formen. Aber auch die schwimmenden Formen dürften theils hochpelagische, theils solche gewesen sein, die sich dem durch Trübung und Aussüssung modificirten Elemente angepasst haben. Speciell die letzteren sind es, an denen wir, da sie ihrer ursprünglichen hochpelagischen Lebensweise gewissermassen untreu geworden, jene mannigfaltigen Deformationen sehen, die die jüngsten Cephalopodenfaunen so häufig zeigen. Die hochpelagisch gebliebenen Formen, welche an dem ersten Hindernisse, d. h. an den

dem eigentlichen Ufer vorgelagerten Seichtstellen strandeten, oder die Formen der sogenannten jurassischen Facies, zeigen solche Deformationen in der Regel nicht.

Das nähere Studium der sogenannten Rossfeldschichten, die ausgesprochen den Typus der Kreidebildungen mit alpinen Facies darstellen und in den Ostalpen fast regelmässig weit ins Gebirge vordringende Buchten ausfüllen, sonach nichts weniger als hochpelagische Bildungen sein können, dürfte für diese Ansicht weitere Belege liefern.

Die Unterschiede zwischen der alpinen und jurassischen Facies der Kreide scheinen sich sonach auf ganz locale Verhältnisse zurückführen und durch dieselben ausreichend erklären zu lassen. Ueberall, wo die Verhältnisse in den Alpen ähnlich sind jenen im Jura, d. h. wo wir es mit von der Trübung verschonten Seichtstellen zu thun haben, stellen sich dieselben Bildungen mit denselben Faunen wie im Jura ein. Dagegen dürfte eine Abgrenzung der Wohnbezirke der sogenannten jurassischen und alpinen oder der mitteleuropäischen und mediterranen Faunen durch angenommene unterseeische Gräte oder Meeresströmungen etc. bei dem Umstande, dass diese Faunen sich an vielen Stellen der Alpen in der unmittelbarsten Nachbarschaft, häufig im selben Profil, finden, kaum aufrecht zu erhalten sein.

II. Tektonik.

Unter den vielen Mittheilungen, welche auf die tektonischen Verhältnisse des Vorarlberger Kreidegebietes Bezug haben, finden sich nur zwei, welche das ganze Gebiet zusammenhängend und übersichtlich behandeln. Es sind dies die Darstellungen von Prof. Gümbel und von Richthofen, also zweier der gewiegtsten Alpenforscher. Herr Escher's Beobachtungen beschränken sich auf einzelne Profile. Speciell hat sich v. Richthofen sehr eingehend mit dem Wellenbaue des Vorarlberger Kreidegebietes beschäftigt, und er resumirt seine diesbezüglichen Erfahrungen in folgenden kurzen und klaren Sätzen¹⁾: „So ergibt sich das Kreidegebiet Vorarlbergs als ein in seiner Schichtenentwicklung wie in seinem ursprünglichen Gebirgsbau überaus gleichförmig und nach klaren Gesetzen entwickeltes Ganzes. Vier ostwestlich streichende, nach Nord steil einfallende, zum Theile überstürzte Wellen sind es, auf welche sich Alles zurückführen lässt. Allein es schieben sich zwischen Hauptwellen andere secundäre ein (Staufenspitz, Kuhberg, Tugstein bei Hohenems etc.). Eine Welle spaltet sich in zwei, welche eine Mulde einschliessen (Winterstauden, Bizauer Berg), und durch das Auseinandertreten der beiden Schenkel verflacht sich zuweilen eine Welle und breitet sich plateauförmig aus (Berge bei Feldkirch, zwischen Götzis und Klaus, Weissenfluh, Gottesacker); endlich senken sich Wellen unter andere Formationen hinab und verlieren damit ihren Charakter, oder sie erheben sich auch wieder

¹⁾ v. Richthofen, Kalkalpen, Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. 1861—1862, pag 188.

im weiteren Verlaufe. Alle diese Fälle finden im vorarlbergischen Kreidegebiete in grosser Mannigfaltigkeit statt und bedingen zum Theile seinen vielgestaltigen Charakter.“ Wie man sieht, bemüht sich v. Richthofen, die ziemlich complicirten tektonischen Verhältnisse des Vorarlberger Kreidegebietes auf das grösste Mass der Einfachheit zurückzuführen, und dieses Ziel hat er auch in seiner Darstellung vollkommen erreicht. Denn es kann nicht leicht ein einfacheres Bild der tektonischen Verhältnisse einer Gegend geben, als vier nach einer bestimmten Richtung streichende, gleichartig gebaute Wellen.

Allein schon die Bemerkung v. Richthofen's, dass neben den Hauptwellen auch secundäre auftreten, muss Jedem die Frage nahe legen, was man unter einer secundären Welle zu verstehen habe, und worin sich dieselbe von der Hauptwelle unterscheide. Die Wellen des Kuhberg und Staufenspitz-Schwarzenberg, welche als Beispiele für secundäre Wellen angeführt werden, sind den weiter südlich folgenden Hauptwellen vollkommen ebenbürtig. Wenn sie sich auch auf eine kleine Strecke unter dem Flysch verlieren, so tauchen sie doch im hinteren Bregenzer Walde wieder mächtig auf. Zudem spalten sich die Wellen vielfach und verflachen sich, so dass gerade die Zahl der Wellen, auf welche v. Richthofen ein gewisses Gewicht zu legen scheint, von Stelle zu Stelle wechselt. Bei dem Bestreben, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen unter einem zusammengreifenden Gesichtspunkte aufzufassen, kann also, sollte man glauben, gerade die Zahl der Wellen kein sehr wesentliches Moment vorstellen.

Viel wichtiger als die Zahl der Wellen scheint für die Auffassung der tektonischen Verhältnisse einer Gegend und ihres Zusammenhanges mit der Tektonik des ganzen Gebirges der Verlauf, die Intensität und Form der Wellen zu sein, sowie wesentlich solche Störungen, welche mehrere hintereinander folgende Wellen in übereinstimmender Weise treffen. Nur das genaue Studium dieser Erscheinungen dürfte nach und nach die Beziehungen klar legen, in denen einzelne Theile eines Gebirges zu einander und zum Ganzen stehen und so eine feste, rationelle Basis bilden für theoretische Schlussfolgerungen über den Aufbau des Gebirges. Nicht das Streben, ein möglichst einfaches Bild der tektonischen Verhältnisse zu liefern, selbst auf die Gefahr hin, dass dabei die Naturtreue leide, kann Hauptzweck der Untersuchung sein, sondern möglichste Berücksichtigung der Details und ihres Zusammenhanges sowohl untereinander als mit der Tektonik der Umgebung.

Während v. Richthofen von den Details ausgehend zum Gesamtbilde vorschreitet, gleichsam inductiv vorgeht, fasst Prof. Gumbel die Tektonik des Kreidegebietes im Grossen auf und legt gegenüber der Rolle, welche das Kreideterrain als Ganzes im Aufbaue der Alpen spielt, nur wenig Werth auf die Einzelheiten, die er nur ziemlich oberflächlich erwähnt. Derselbe schildert die Verhältnisse mit folgenden Worten¹⁾: „Man kann das mächtige, in die Länge ausgedehnte Kreidegebirge nach seinen allgemeinen Umrissen einem Gewölbe vergleichen, welches auf der Nordseite eingesunken oder übergebogen auf jüngere Schichten aufgesetzt ist, während es sich südwärts unter jüngerer

¹⁾ Gumbel, Bayer. Alpen, p. 538.

Gestein untertauchend einsenkt. Halten wir das allgemeine Bild des Gewölbes fest, so müssen wir, um es mehr im Einzelnen dem strato-graphischen Verhalten der Vorarlberger Kreidebildungen anzupassen, hinzufügen, dass das grosse Hauptgewölbe selbst, gleichsam in Folge eines seitlichen Druckes, in sich selbst wieder vielfach zusammengefaltet oder aus zahlreichen kleineren Gewölben zusammengesetzt erscheint. Diese Gewölbtheile folgen meist in ihrer Richtung der Längenausdehnung des Hauptgewölbes oder dehnen sich kreuzgewölbartig in die Breite aus. Zwischen den sattelförmigen Erhöhungen der Gewölbe liegen die Vertiefungen in Form von Mulden oder durch Wasserzüge umgestalteten Thalungen. Bei dieser Vergleichung müssen wir natürlich ganz absehen von der Symmetrie, welche die Kunstbauten besitzen. Die Schichtengewölbe, welche unsere Berge in sich schliessen, sind fast ausnahmslos unregelmässig, bald hoch spitzgewölbähnlich, bald flach und gedrückt niedrig, bald aufrecht gestellt, bald geneigt überhangend, liegend oder ganz umgestürzt, nach der Basis bald erweitert, bald verengert, kurz in allen möglichen Formen ausgebildet, wie solche etwa die Blätter eines von drei Seiten zusammengedrückten Buches annehmen.“ Die Auffassung Prof. Gumbel's, dass wir es in dem Vorarlberger Kreidegebiete mit einem grossen, über die Flyschdecke ragenden und in sich selbst noch vielfach gefalteten Gewölbe zu thun haben, trifft entschieden das Wesen der Sache viel besser als die Darstellung v. Richthofen's. Schon der Umstand, dass das Kreidegebiet rings von jüngeren Bildungen umrahmt wird, zwischen denen es inselartig emportaucht, muss zu der Auffassung Prof. Gumbel's führen. Die verschiedene Ausbildung und Anordnung der Kreidesedimente, wie sie zum Schlusse des vorhergehenden Abschnittes übersichtlich besprochen wurde, macht es sogar im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Hebung der Bodenstelle, der das heutige Kreidegebiet entspricht, schon zur Kreidezeit ihrer Anlage nach gegeben war, das Gebiet also eine Seichtstelle im Kreidemeere gebildet habe, ja zur Zeit des Gault macht sich sogar schon der Einfluss der secundären Faltung des grossen Hauptgewölbes auf die Mächtigkeit und Beschaffenheit des Sedimentes deutlich geltend. Erscheinungen dieser Art dürften wenig geeignet sein, die Ansicht Derjenigen zu stützen, welche die Entstehung der ganzen Alpenkette in eine verhältnissmässig sehr junge Zeit zu setzen geneigt sind, und verdienen schon aus diesem Grunde Beachtung.

Betrachtet man das Kreidegebiet von Vorarlberg von einem höher gelegenen Punkte im Norden desselben, also etwa vom Pfänderberge bei Bregenz, von welchem aus man eine sehr gute Uebersicht des ganzen Kreidegebietes hat, so präsentirt sich dasselbe als eine Reihe von parallel verlaufenden, stufenartig hintereinander vortretenden, langgezogenen Felsrücken von rauhem, wildem Aussehen, welche sich von der vorgelagerten, sanftwelligen, vegetationsgrünen Flyschlandschaft auf das Schärfste abheben. Von Süden her betrachtet zeigt die Kreidelandschaft ein viel sanfteres Gepräge. Die Südhänge der einzelnen Höhenzüge besitzen nur eine geringe Neigung und sind grossentheils mit fruchtbaren Alpenwiesen bedeckt.

Verquert man das Kreidegebiet senkrecht zum Streichen der Höhenzüge, so überzeugt man sich, dass jedem derselben eine Hebung

der Schichten, also eine Welle entspricht, deren Nordschenkel steil bis überstürzt ist, während der Südschenkel mit sanfter Neigung nach der nächsten Synklinale sich senkt. An der Stelle der stärksten Biegung sind die Wellen in der Regel aufgebrochen und die Aufbrüche durch Denudation stark erweitert, daher das rauhe Bild, welches die Kreidelandschaft von Norden her bietet.

Verfolgt man eine der Wellen im Streichen, so sieht man, dass die Stellung des Nordschenkels keineswegs für den ganzen Verlauf der Welle constant ist, sondern dass dieselbe von Stelle zu Stelle abändert und die Welle oft aus einer solchen mit steilem Nordschenkel durch allmälige Uebergänge zu einer überstürzten bis liegenden werden kann. Der Nordschenkel bildet also häufig eine Art windschiefe Fläche. Das schönste und wegen der vielen Querrisse klarste Beispiel für diese Art von Bau bietet die Welle, welche durch die Höhenpunkte Bocksberg, Schönemann, Stralstein, Kapf, Götznerberg bezeichnet wird. Bevor die Welle an ihrem Westende zwischen Götzis und Hohenems unter die Rheinebene sich senkt, zeigen sich südlich von Hohenems die Kreideglieder, welche den Nordschenkel zusammensetzen, in verkehrter Altersfolge beinahe horizontal gelagert. Die Welle ist also an ihrem Westende vollständig liegend. Eine halbe Stunde weiter östlich, am Tugstein, fallen die Schichten des Nordschenkels mit ca. 70° gegen den Berg ein. Die Welle ist also hier in der verhältnissmässig kurzen Entfernung aus einer liegenden zu einer einfach überkippten geworden. An der Enge zwischen Stralstein und Schönemann, durch welche der Weg von Hohenems nach Ebnit führt, steht die Urgonkalkwand des Nordschenkels vollkommen senkrecht, so dass einzelne Blöcke, die sich vom Schichtenkopfe losgelöst, die Kalkwand krönen, ohne herabzufallen. Weiter östlich am Bocksberge fällt der Nordschenkel mit ca. 70° vom Berge weg nach Norden ein.

Ein anderes sehr klares Beispiel bietet das jurassische Gewölbe der Canisfluh, welches einen ähnlichen windschiefen Bau besitzt, indem der westliche Theil, der sogenannte Hohe Koyen, vollkommen überstürzt ist, der östliche dagegen ein steiles Nordfallen des Nordschenkels zeigt.

Ein zweiter auffallender Umstand, der sich bei dem Verfolgen der Wellen im Streichen ergibt, ist das An- und Absteigen der Wellen mit Bezug auf die Horizontalebene. Betrachtet man das Vorarlberger Kreidegebiet von einem im Süd-Osten desselben gelegenen Punkte, etwa aus der Gegend der Churfürsten, also in der Richtung, nach welcher die Wellen am Rheine streichen, so sieht man, wie diese sämtlich aus der Alluvialebene des Rheinthaales allmählig auftauchen und zu immer grösserer Höhe ansteigen. Es hebt sich gewissermassen das ganze gewellte Terrain von der Rheinebene an nach Osten, und zwar bis zu einer Linie, deren Richtung durch die Höhenpunkte des Hochälpele und Gerer Falben gegeben erscheint, und welche beiläufig der Wasserscheide entspricht zwischen den einerseits direct nach dem Rheine, andererseits nach dem Bregenzer Walde abfliessenden Wässern.

Oestlich von dieser Culminationslinie senkt sich allmählig das ganze Terrain nach dem hinteren Bregenzer Walde, mit Ausnahme der

unmittelbaren Umgebung des jurassischen Gewölbes, bis zu einer Linie, deren Richtung durch die Lage der Orte Schwarzenberg und Au bezeichnet ist. Geht man nämlich in der Richtung der bezeichneten Linie auf der alten Strasse von Andelsbuch nach Bezau, so passirt man die nördlichste Kreidewelle, die des Winterstauden, in einem Sattel, gegen welchen sowohl von Westen als auch von Osten her die Schichten stark neigen. Wir haben es hier also nicht etwa mit einer erodirten Stelle, sondern mit einer wirklichen Depression der Winterstaudenwelle zu thun. Das gleiche Spiel wie an der Winterstaudenwelle wiederholt sich an der nächstfolgenden Welle des Bayenberg-Trengg, nur liegt die Stelle der grössten Depression ein wenig weiter nach Ost als der Bezecksattel, nämlich unmittelbar südlich vom Orte Bezau. Sie ist dadurch ausgezeichnet, dass der Rudistenkalk des Urgon, welcher in der ganzen übrigen Welle des Bayenberg-Trengg entlang der Linie der stärksten Biegung aufgeborsten ist, hier continuirlich sich von dem überstürzten Nordschenkel auf den Südabhang zieht und so ein intactes schiefes Gewölbe bildet. Bei der nächsten Doppelwelle des Gopf-Hirschberg begegnen wir abermals derselben Erscheinung, und zwar wieder ein wenig weiter östlich gegenüber den beiden vorhergehenden Wellen. Die nördliche kleinere Vorwelle des Gopf senkt sich bei Bizau vollständig unter das Alluvium und taucht erst weiter östlich am Nordfusse des Hirschberges wieder auf. Die südlichere Hauptwelle des Gopf senkt sich am stärksten an derselben Stelle, wo die nördliche ganz verschwindet, und steigt erst jenseits der Depression im Hirschberge wieder zu bedeutender Höhe an. Der Sattel wird ähnlich wie das Bezeck zum Uebergange benützt und führt den Namen Schnepfeck. Die Neigung der Hirschbergwelle gegen die Depression des Schnepfeck sieht man sehr schön am Ausgange der Schlucht, welche das jurassische Gewölbe zwischen Au und Schnepfau durchsetzt. Auch eine nun folgende kleine Vorwelle des jurassischen Gewölbes, welche den Kern des südlichen Theiles des Hirschberges, das sogenannte Brunnenholz bildet, streicht in der Gegend von Schnepfau, also wieder ein wenig weiter östlich im Vergleich zu der vorhergehenden Depression des Schnepfeck, vollständig gegen das Alluvium aus.

Vergleicht man nun die Punkte der grössten Depression in den einzelnen aufeinanderfolgenden Wellen, so sieht man, dass dieselben sämmtlich auf einer und derselben Linie liegen, welche Nord-Ost-Süd-West verlaufend, also so ziemlich senkrecht zum Streichen der Alpenkette, durch die Orte Schwarzenberg und Au ihrer Lage nach bestimmt ist. In ganz dieselbe Linie fällt aber seiner Direction und Lage nach auch der tiefe Spalt, welcher zwischen Au und Schnepfau das jurassische Gewölbe durchsetzt und sich nach v. Richthofen's¹⁾ Untersuchungen bis in die Gegend von Schröcken, das in der gleichen Linie liegt, verfolgen lässt. Ein so auffallendes Zusammentreffen der Spaltrichtung mit der Position der Stellen grösster Depression in den der Juramasse vorgelagerten Kreidewellen, lässt

¹⁾ v. Richthofen, Kalkalpen, Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-A. 1861—1862, pag. 109.

wohl einen genetischen Zusammenhang der beiden Erscheinungen stark vermuthen, und wir werden weiter unten auf diesen Umstand zurückkommen.

Sonderbarer Weise benützt die Bregenzer Ache, welche durch die eben erwähnte tiefe Schlucht bei Schnepfau aus dem höheren Gebirge tritt und so in ihrem Laufe direct auf die Depression des Schnepfleck lossteuert, diese Tiefenstelle nicht, sondern biegt unmitelbar vor derselben winkelig nach West ab und sucht ihren Ausweg erst bei Mellau durch einen wirklichen Spalt oder besser Riss, der die Welle des Guntenhang-Gopfberg quer durchsetzt. Das Gleiche gilt auch für die folgenden Wellen des Bayenberg-Trengg und Winterstauden, welche die Ache ebenfalls in Querrissen passirt, ohne die oben besprochenen Tiefenstellen zu benützen. Auch in ihrem Oberlaufe von Schröcken bis Au folgt die Bregenzer Ache genau der Richtung des von Richthofen näher studirten, grossen Querbruches, so dass das Thal derselben vom Ursprunge bis zu ihrem Austritte aus dem hinteren Bregenzer Walde ein entschiedenes Querbruchthal ist und an keiner Stelle eine Folge einfacher Erosion, da in diesem Falle gar nicht einzusehen wäre, warum der Fluss nicht genau den Tiefenstellen folgen, vielmehr seinen Weg nebenan suchen sollte.

Von der Linie der grössten Senkung im hinteren Bregenzer Walde heben sich nach Osten die Wellen abermals und culminiren zum zweitenmale entlang einer Linie, welche durch die Höhenpunkte Winterstauden und Didams ihrer Richtung nach bestimmt wird. Von da an nimmt die Intensität der Hebung wieder ab und erreicht ein zweites Minimum in der Gegend des Subersbaches, dessen nord-südlich gerichteter Lauf diesmal mit der Richtung der grössten Depression zusammenfällt, also ein ganz verschiedenes Verhalten zeigt im Vergleich zu dem Laufe der Bregenzer Ache, welche die Depression im hinteren Bregenzer Walde nicht benützt, sondern nebenan durch Spalten ihren Ausweg sucht. Ein weiterer Unterschied dieser zweiten Depression gegenüber der ersten zeigt sich in der Richtung, die so ziemlich nord-südlich ist, während die Depressionslinie im hinteren Bregenzer Walde nordwest-südöstlich verläuft.

Vom Subersbache an heben sich die Kreidewellen noch einmal und erreichen ziemlich rasch im Hirscheck und Hoch-Ifer ganz bedeutende Höhen. Von da an senken sie sich aber continuirlich nach Ost und Süd-Ost und verschwinden allmählig unter den jüngeren Bildungen des Iller- und unteren Mittelbergthales.

Das Vorarlberger Kreideterrain zeigt sonach, wenn man dasselbe im Streichen der Wellen vom West- bis zum Ostende verfolgt, eine dreimalige Hebung des Bodens, geschieden durch zwei lineare, jedoch zu einander nicht parallele Depressionen, also eine Art Undulation in der Richtung des Streichens der Wellen.

Ein drittes Moment, welches auffällt, wenn man die Wellen im Streichen verfolgt, ist die Veränderlichkeit der Streichrichtung. Die Kreidewellen, wie sie am Westrande des Kreidegebietes aus der Rheinebene emportauchen, streichen so ziemlich Ost-Nord-Ost—West-Süd-West. Sie sind jedoch nicht untereinander vollkommen parallel, sondern nehmen in dem Masse, als man sich von Norden her der Gegend von

Feldkirch nähert, die reine Nordost-Südwest-Richtung an und scheinen so einen Uebergang zu bilden in die rein nord-südliche Streichrichtung der Wellen, wie sie weiter südlich, speciell im Rhäticon, die herrschende wird.

Im weiteren Verlauf vom Rheine nach Osten nehmen die Kreidewellen allmählig die reine Ost-West-Richtung an und behalten diese durch den hinteren Bregenzer Wald bis in die Gegend des Subersbaches. Oestlich von diesem schwenken dieselben allmählig gegen Süd-Ost, wie dies an den Gottesackerwänden und dem Verlaufe des Synklinalthales des Achbaches am deutlichsten zu sehen ist.

Die Kreidewellen bilden also in ihrem Verlaufe einen weiten, flachen Bogen, wie es auf den ersten Blick scheint, einfach um das Juragewölbe. Bei näherer Betrachtung sieht man indess, dass das Centrum dieses Bogens nicht in die Gegend der Juramasse, sondern viel weiter hinein ins Gebirge zu liegen kommt, etwa in die Gegend des Lobspitz oder an jene eigenthümliche scharfe Ecke, welche das alte Gneissgebirge im Osten der Rheinbucht bildet. Um diese Ecke schwenken auch die Wellen des älteren Triasgebirges in einem, je näher an diese Ecke, desto schärferen Bogen herum, so dass die ost-westliche Streichrichtung, welche sie im Norden des Klosterthales zeigen, im Rhäticon zu einer beinahe nord-südlichen wird¹⁾. Die Bogenwendung also, welche die Wellen des Kreidegebietes zeigen, steht in innigster Beziehung zur Tektonik der ganzen Umgebung, und ihre Ursache liegt viel tiefer als in dem sich nebenbei wohl auch lokal geltend machenden Einflusse des jurassischen Gewölbes, von welchem später die Rede sein soll.

Viel schwieriger als die Form, Intensität und Streichrichtung der Wellen lässt sich ihre Zahl beurtheilen, und zwar hauptsächlich aus zwei Gründen. Erstens sind, wie dies schon v. Richthofen klar beobachtet hat, die Wellen gewöhnlich nicht constant, sondern sie spalten und verflachen sich häufig und verlieren so ihren ursprünglichen Charakter. Verfolgt man eine Welle von dem Punkte ihrer stärksten Entwicklung nach beiden Seiten im Streichen, so wird man in der Regel eine allmähliche Abnahme in der Stärke bemerken und schliesslich beiderseits an Punkte gelangen, wo die Welle ganz aufhört, und von den Nachbarwellen, die sich gleichsam auf ihre Kosten immer stärker entwickeln, vollständig verdrängt wird. Eine und dieselbe Welle lässt sich demnach selten durch ein grösseres Gebiet hindurch im Streichen continuirlich verfolgen.

Ein zweiter Umstand, der eine Zählung der Wellen sehr erschwert, ist ihre Ungleichwerthigkeit. Die hintereinander folgenden Wellen zeigen nämlich den verschiedensten Grad von Entwicklung, und man ist, um eine bestimmte Zahl von Wellen zu erhalten, gezwungen, unter denselben eine Art Auswahl zu treffen und die minder entwickelten einfach zu ignoriren, wie dies v. Richthofen gethan, indem er einen Unterschied zwischen Hauptwellen und secundären Wellen macht und nur die ersteren berücksichtigt. Dabei wird es nur schwierig, eine

¹⁾ Vergl. Mojsisovics, Beitr. zur topischen Geologie d. Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1873, p. 163 u. f.

rationelle Grenze festzustellen, an der die Wellen aufhören secundär und anfangen Hauptwellen zu sein, und da die Feststellung einer solchen Grenze dem persönlichen Ermessen des betreffenden Forschers überlassen bleiben muss, liegt die Gefahr nahe, dass derselbe alle jene Wellen für secundär nimmt, die ihm zu einer ziemlich willkürlich angenommenen Zahl von Hauptwellen nicht passen. Bei einem solchen Verfahren dürfte es aber kaum zwei Forscher geben, die in einem und demselben Gebiete zu einer gleichen Anzahl von Wellen kommen. Wenn aber die Resultate je nach der Person wechseln können, ist ihr Werth für die Wissenschaft ein ziemlich fraglicher. Zudem ist nicht gut einzusehen, was damit für die Auffassung der tektonischen Verhältnisse eines begrenzten Landstriches, wie z. B. des Vorarlberger Kreidegebietes gethan ist, wenn man die Zahl der in demselben auftretenden Wellen festgestellt hat, selbst in dem Falle, dass man bei der Zählung rationell zu Werke gehen könnte. Die Wellenbildung fängt mit dem Kreidegebiete nicht an und hört auch nicht damit auf, sondern setzt sowohl nach dem Molasselande als nach der Seite des Hochgebirges ununterbrochen fort. Die Hauptaufgabe einer tektonischen Studie muss aber offenbar vor Allem die sein, den Zusammenhang des Baues eines Landstriches mit der Tektonik des Vor- und Hinterlandes festzustellen oder mindestens solche Daten zu liefern, welche die Beurtheilung eines solchen Zusammenhanges späterhin ermöglichen. Unter diesen Daten bildet aber die Zahl der Wellen ein sehr unwesentliches und, wie bereits besprochen, ein vorläufig noch sehr schwierig zu beurtheilendes Moment, da man kein rationelles Eintheilungsprincip für die Wellen besitzt. Ein solches ist aber unbedingt nothwendig bei so ungleichartigen Grössen, wie es die verschiedenen Gebirgswellen in der That sind. Im Kreidegebiete von Vorarlberg könnte man allenfalls drei Arten von Wellen unterscheiden, die etwa im Verhältnisse der Filiation zu einander stehen. Zunächst als Welle erster Ordnung das grosse, dem ganzen Kreidegebiete entsprechende Gewölbe, in der Art, wie es Prof G ü m b e l auffasst. Dieses grosse Gewölbe ist in sich mehrfach gefaltet, und diese grossen Falten, welche den Hauptwellen v. R i c h t h o f e n's entsprechen, stellen sonach Wellen zweiter Ordnung vor. Aber selbst diese Wellen zweiter Ordnung zeigen in der Regel keine ebenflächigen Schenkel, sondern finden sich selbst häufig noch einmal gefaltet. Diese kleinen welligen Unebenheiten ergeben sich als Wellen dritter Ordnung (vergl. Prof. 6, Taf. 19a). Alle diese Wellen, sowohl die grosse Hauptwelle wie die der beiden folgenden Ordnungen, zeigen sich nach demselben Principe gebaut, d. h. ihr steiler Schenkel ist immer vom Gebirge ab, der flache dem hohen Gebirge zugekehrt.

Wie sich aus dem Studium der im vorhergehenden Abschnitte besprochenen stratigraphischen Verhältnisse zu ergeben scheint, sind die Wellen verschiedener Ordnung ihrer Entstehung nach nicht gleichzeitig, sondern folgen, entsprechend ihrer Ordnung, in der Bildung zeitlich aufeinander. Wie wir im vorhergehenden Abschnitte gesehen, machte sich auf die älteren Kreidebildungen nur der Einfluss der ersten grossen Hauptwelle geltend. Erst mit der Gaultzeit wird der Einfluss der secundären Faltung des Hauptgewölbes auf die Vertheilung und Beschaffenheit des Sedimentes bemerkbar. Letzteres gilt nicht nur

für die Vorarlberger Kreide, sondern in noch viel ausgesprochenerem Grade für die ganz gleichen Verhältnisse in der Schweizer Kreide. Analog dem Verhältnisse der beiden ersten dürften die Wellen dritter Ordnung die jüngsten sein.

Besser als viele Worte werden über die soeben behandelten Verhältnisse der Wellen die auf Taf. 19a beigegebenen Parallelprofile Aufklärung geben. Insbesondere zeigt das Profil 6. Taf. 19a in seiner südöstlichen Hälfte sehr gut die Wellen dritter Ordnung, die vorwiegend südwestlich von der jurassischen Insel, nämlich in der Gegend des Mörzelspitz, des Hohen Freschen und Hohen Blanken, also in dem complicirtesten Theile des Gebirges am häufigsten auftreten.

Dabei muss eines weiteren, für die Zählung der Wellen sehr wichtigen und dieselbe erschwerenden Umstandes erwähnt werden. Wie das Profil 6 zeigt, ist der Nordabhang der grossen Welle des Hohen Freschen mehrfach in sich selbst gefaltet, und die Falten, die hier als Wellen dritter Ordnung erscheinen, sind gewissermassen übereinander gestaut. In dem Masse, als man sich aber aus der Gegend des Hohen Freschen dem Westende der Welle bei Feldkirch nähert, legt sich der Nordschenkel der Welle immer flacher, und die Faltungen desselben erscheinen bei Feldkirch, kurz bevor die Welle sich unter die Alluvionen des Rheinthales senkt, nicht mehr über-, sondern nebeneinander, selbstständige Wellen bildend, wie dies Profil 8 Taf. 19a angibt. Nach v. Richthofen's Angaben (Jahrb. 1862, p. 182) hätten wir es freilich bei Feldkirch nur mit einer grossen nach Süd neigenden Platte zu thun, etwa der flachen Südabdachung der Hohen Freschen-Welle entsprechend, und die Inselberge (Schellenberg, Margarethenkapf, Ardetzen) wären nur durch Klüfte und Denudation isolirte Partien dieser Platte. Diese Auffassung erweist sich jedoch bei genauerer Untersuchung nicht als richtig. Vielmehr lassen sich, wie dies Profil 8 angibt, bei Feldkirch nicht weniger als drei selbstständige Wellen unterscheiden. Die westlichste davon umfasst die drei Inselberge und setzt in einzelnen Spuren südlich von Rankweil gegen Muntlix und Darfins fort. Die zweite Welle beginnt mit der steilen Mauer von Urgonkalk, welche vom Bahnhofe bei Feldkirch eine weite Strecke nach Nord sich verfolgen lässt, und auf deren Südende das alte Schloss von Feldkirch steht. Diese Mauer bildet den letzten Rest des grossentheils denudirten, steilen Nordwestschenkels der zweiten Welle. Der flache Südostschenkel wird von der grossen Platte von Urgonkalk gebildet, deren Schichtenkopf die nordöstlich von Feldkirch befindliche Höhe krönt, die den Namen Holzschlag führt und gegen das Thal von Hofen und Göfis neigt. In der Nähe dieser Orte finden sich über der Urgonplatte Reste der Gaultlage und ist also das Thal, in welchem dieselben liegen, ein wirkliches Synklinalthal, welches auf dem linken Illufer über Fällgatter und Gallmist fortsetzt. Die nördlich von diesen Orten liegende Höhe über Ma. Grün ist gebildet von dem durch die Illschlucht isolirten Ende der eben besprochenen Welle. Ein nord-südlich diese Welle durchsetzender Spalt, der das Synklinalthal von Göfis mit der Rheinthalebene bei Rankweil verbindet, entspricht dem Kessel des Valdunasees. Die dritte Welle, welche fast nur

mehr in ihrem Südschenkel erhalten ist, entspricht der Höhe Spiegelstein und ihrer nördlichen Fortsetzung, der Terrasse, auf welcher der Ort Uibersachsen liegt.

Die geologische Darstellung der Umgebung von Feldkirch auf Blatt X der Schweizer geol. Karte, die der Auffassung v. Richtofen's entspricht, ist sonach eine dem wirklichen Thatbestande nicht gut entsprechende.

In dem nächsten Profile nach Osten (Prof. 7 Taf. 19a), welches aus der Gegend von Götzis nach jener von Laterns die Wellen senkrecht schneidet, rücken die eben erwähnten drei Wellen etwas näher aneinander, und dieses Verhältniss verschärft sich noch bedeutend in der Gegend des Hohen Freschen (vergl. Prof. 6 Taf. 19a), wo die Wellen knapp aneinander gepresst und übereinander gestaut erscheinen. Im weiteren Verfolg gegen den Hohen Blanken (Prof. 5 Taf. 19a) verfließen die drei Wellen in eine einzige von grösseren Dimensionen, und diese lässt sich nun bis in die Gegend des Hoch-Glockner, südlich der Canisfluh, deutlich verfolgen (vergl. Prof. 4 Taf. 19a). Jenseits der Bregenzer Ache findet sich aber diese Welle im Didams, der die Fortsetzung des Hoch-Glockner bildet, nicht mehr, sondern die ganze Schichtfolge, welche den Didams zusammensetzt, fällt glatt und ungeknickt nach Süden ab (vergl. Prof. 2 Taf. 19a). Die drei bei Feldkirch deutlich entwickelten Wellen keilen also auf der Strecke vom Rheine bis zum Laufe der Bregenzer Ache vollständig aus.

Die vierte Kreidewelle, welche wir nun treffen, wenn wir von Feldkirch ab dem Ostrande des Rheinthales nordwärts folgen, ist die Welle des Victorsberges. Dieselbe taucht bei Rötis aus der Rheinthalebene auf und setzt über den südlichen Theil der Hohen Kugel nach dem Alpkopf und dem oberen Mellenthale fort. Die Verhältnisse im oberen Mellenthale sind leider nicht klar genug, um mit Sicherheit entscheiden zu lassen, ob das im weiteren Verfolg der Direction der Victorsbergwelle auftauchende grosse Juragewölbe derselben Wölbung wie diese angehört, oder nicht. Das landschaftlich etwas vortretende Westende der Jurawelle ober Süttiser-Alp entspricht wohl sehr gut der Endigung der Victorsbergwelle ober Kobel-Alp. Doch ist der ganze dazwischenliegende und von den weichen, dunklen Schiefen der Berriasgruppe eingenommene Raum beinahe vollständig durch Vegetation verdeckt.

Die Hauptwelle der jurassischen Insel taucht in der Gegend der Stehele-Alp unter den Kreidebildungen auf, schwillt nach Osten hin immer stärker an und culminirt etwas östlich vom Gipfel der Canisfluh. Von da an nimmt die Welle nach Osten ab und verliert sich bei der Sattelleck-Alp, nord-westlich von der Didamsspitze, wieder unter den Bildungen der Kreide. Der tiefe Spalt, der zwischen Au und Schnepfau die Welle durchsetzt, entspricht nicht der höchsten Wölbung, sondern liegt ein wenig nach Ost von derselben. Ausser der Hauptwelle, welche den Hohen Koyen, die eigentliche Canisfluh und die Mittagfluh bildet, besteht die jurassische Insel noch aus einer kleineren Welle, die der östlichen Hälfte der Hauptwelle nördlich vorgelagert ist und den südlichen Theil des Hirschberges,

das sogenannte Brunnenholz bildet. Diese kleine jurassische Vorwelle beginnt bei Schnepfau und hört in der Gegend der Ostergunt-Alm auf. Von dem eigentlichen Baue der grossen jurassischen Welle soll weiter unten die Rede sein.

Auf die Victorsbergwelle folgt nun als fünfte am rechten Rheinufer die Welle des Schönen Bauer. Dieselbe taucht ein wenig westlich von Klaus im sogenannten Sattelberge aus der Rheinthalebene und ist hier vollkommen überstürzt, beinahe liegend. Denn am Nordfusse des Sattelberges, etwas südlich von Arbogast, findet man unter der ziemlich flach liegenden Urgonbank die Gaultlage in einem kleinen Steinbruche aufgeschlossen, die Lagerungsfolge also verkehrt. In dem Masse als man die Welle nach Nord-Ost verfolgt, stellt sich der Nordschenkel steiler und ist schon gegenüber von Meschach so ziemlich senkrecht (vergl. Prof. 7 Taf. 19a). Im weiteren Verfolg nach Osten streicht die Welle über den nördlichen Theil der Hohen Kugel und über den Sattelspitz nach der Mörzelspitz und dem Guntenhang. Von da lässt sie sich über den Gopf- und Hirschberg bis an den Südrand der Gottesackermulde verfolgen, wo sie sich allmähig verflacht und verliert. Ihr nördlich vorgelagert ist eine kleinere, vielfach unterbrochene Welle, welche aus der Gegend von Dornbirnrohr bis in die Gegend von Schönebach zu verfolgen ist und den nördlichen Theil des Gopf- und Hirschberges bildet. (Vergl. Prof. 2—5, Tafel 19 a.)

Die der Welle des Schönen Bauer am Rheine folgende sechste Welle ist bereits Anfangs dieses Abschnittes wegen ihres windschiefen Baues besprochen. Sie beginnt südlich von Götzis und ist durch die Höhenpunkte Kapf, Stralstein, Schöнемann, Bocksberg bezeichnet. Dieselbe setzt in der Weissenfluh und dem Bayenberge nach dem Bregenzer Walde fort. Jenseits der Ache findet sie ihre Fortsetzung in der Welle des Trengg und weiter östlich vom Subersbache im Waldkopf, jenseits dessen sie sich verliert und so wie die vorhergehende Welle in der seichten Mulde des Gottesackers verflacht. (Vergl. Prof. 1—7, Taf. 19 a.)

An ihrem stark überstürzten Westende bei Götzis ist die Welle entlang der Linie der stärksten Krümmung tief aufgerissen. Erst am Bocksberge nähern sich die Urgonlagen der beiden Abhänge bis zur Berührung, während bei Götzis der Aufriss so bedeutend ist, dass die Rudimente der Rudistenkalklage auf eine halbe Wegstunde Entfernung auseinandertreten.

Die nun am Rheine folgende siebente Kreidewelle des Schwarzenberg-Staufenspitz beginnt beim Bade Schwefel, steigt sodann im Schwarzenberg und Staufenspitz rasch zu bedeutender Höhe an, senkt sich aber eben so rasch nach der anderen Seite gegen Beckemann und verschwindet auf eine längere Strecke unter den aus der Gegend des Hochälpele zungenförmig in das Kreidegebiet vorgreifenden Flyschbildungen. Dieselbe taucht erst im hinteren Bregenzer Walde, im Klausberge, wieder auf und findet östlich von der Ache ihre Fortsetzung in der langen Winterstaudenwelle, die jenseits der Depression am Subersbache sich nach dem Hirsch-

eck verfolgen lässt. Der Schichtenkopf des Südschenkels dieser Welle bildet hier die oberste Zinne der Gottesackerwände.

Die letzte, nördlichste Welle, welche man am Rheine unterscheiden kann, ist die Welle des Kuhberges. Sie beginnt unmittelbar bei dem Orte Hohenems und ist Anfangs vollkommen liegend, so dass der Kliener Abhang als Muster einer inversen Schichtfolge gelten kann. Erst bei dem Bade Haslach und weiter gegen Mühlenbach stellt sich der Nordschenkel etwas auf. (Vergleiche Prof. 6, Taf. 19 a.) Bevor die Welle noch das Thal der Dornbirner Ache erreicht, senkt sie sich unter den Flysch und taucht erst im hinteren Bregenzer Walde wieder auf. Hier ist sie jedoch nicht deutlich genug differencirt, sondern bildet nur eine Art Vorwelle der grossen Winterstaudenwelle (vergleiche Prof. 3—5, Taf. 19 a). Deutlicher und stärker entwickelt, ähnlich wie am Rheine, wird die Welle erst in der Gegend des Subersbaches (vergl. Prof. 2, Taf. 19 a) und bildet, nachdem sie in ihrer Streichrichtung gegen Süd-Ost abgelenkt hat, in ihrer östlichen Fortsetzung den unteren Theil der Gottesackerwände, welche sie mit der vorhergehenden Welle wesentlich zusammensetzt.

Die beiden letzten Wellen erscheinen übrigens in den Gottesackerwänden eher über- als nebeneinander, gleichsam auf einen Abhang hinaufgestaut und überdies durch eine Faltenverwerfung gestört. Im weiteren Verfolg nach Osten legt sich der Abhang der Gottesackerwände etwas flacher, wodurch die denselben zusammensetzenden Wellen wieder selbständiger werden, also nebeneinander, statt übereinander erscheinen. Dieselben streichen, die vom Subersbache an eingeschlagene Ost-Süd-Ost-Richtung beibehaltend, gegen den unteren Theil von Riezlen im Mittelbergthale aus, wo sie sich unter dem Flysch verlieren.

An diese letzten Wellen, welche sich unmittelbar vom Rheine durch den hinteren Bregenzer Wald ins Algäu hinein verfolgen lassen, schliessen sich nordwärts im bayerischen Theile des Kreidegebietes noch weitere vier Wellen bis in die Gegend von Langenwang im Illerthale an. Diese Wellen, die sich nur auf kurze Erstreckung im Streichen verfolgen lassen, zeigen das Eigenthümliche, dass sie von der nordost-südwestlichen Streichrichtung der letztbeschriebenen Wellen, welche wir in den Gottesackerwänden verfolgt haben, successive abweichen. Zunächst wird die Streichrichtung wieder eine ost-westliche, bei der nördlichsten Welle sogar schon mit einer Wendung gegen Nord-Ost, so dass man einen allmäligen Uebergang sieht in die nordost-südwestliche Streichrichtung, welche die nun folgenden Flysch- und Molassewellen annehmen, und welche auch der letzte Aufbruch von Kreidebildungen mit Schweizer Typus in dem langen Zuge des Grünen zeigt.

Im bayerischen Theile des Kreidegebietes treten also die Kreidewellen, bevor sie sich unter der Flyschdecke verlieren, radienartig auseinander. Dieselben convergiren gegen eine Stelle, welche südlich der jurassischen Klippe des Feuerstädt liegt, ein Umstand, der für die Tektonik der Gegend seine Bedeutung zu haben scheint und auf welchen wir weiter unten zurückkommen wollen.

Wie aus dem Vorstehenden sich ergibt, lassen sich also am rechten Rheinufer nicht weniger als acht von einander unabhängige Endigungen der von Osten herüberstreichenden Kreidewellen unterscheiden. Im weiteren Verfolg nach Osten, speciell in den Profilen 5 und 6 (Tafel XIX a), welche von der Gegend des Hohen Freschen und Hohen Blanken aus die Wellen senkrecht schneiden, vermehrt sich diese Zahl sogar durch Hinzutreten von untergeordneten Faltungen. Es ist dies, wie schon v. Richthofen an mehreren Stellen betont, der complicirteste Theil des Kreidegebietes. Jenseits der Ache (Prof. 1 bis 4, Taf. 19 a) vereinfacht sich der Bau allmähig. Die Wellen streichen viel ruhiger und harmoniren überall gut mit dem Relief der Landschaft. Nach und nach verlieren sich einzelne Wellen und speciell in dem Profile (1, Taf. 19 a), welches vom Hoch-Ifer aus quer über den Gottesacker verläuft, verfließt so ziemlich Alles zu einem grossen, an seinem Nordrande eingeknickten Gewölbe.

Die westlichen Endigungen der Wellen am Rheine streichen nicht ganz parallel, sondern divergiren ein wenig radienartig nach Südwest. In ihrem Baue zeigen dieselben eine auffallende Uebereinstimmung, indem sie nach aussen oder nach der Seite des Vorlandes stark überkippt, die nördlicheren sogar vollkommen liegend sind. Erst im weiteren Verfolg nach Osten, gegen die erste der drei oben besprochenen Culminationslinien, stellen sich die Aussenschenkel allmähig etwas mehr auf.

Vergleicht man die von Nordosten wenig verschiedene Streichrichtung, in welcher die Kreidewellen das Rheinthal erreichen, mit der allgemeinen Streichrichtung der Alpenkette, welche in diesem Theile ostnordost-west-südwestlich verläuft, so erscheinen die Kreidewellen aus dieser normalen Streichrichtung abgelenkt, und zwar so, dass sie in der Strecke von ihrem Westende gegen die erste Culminationslinie hin sich von der Centralaxe des Gebirges immer weiter entfernen, oder umgekehrt, aus der Gegend der Wasserscheide nach dem Rheine hin, der Centralaxe sich nähern. Die Wellen erscheinen also am Rheine gewissermassen geschleppt, und die nach Westen zunehmende Intensität der Faltung in Uebereinstimmung mit der Ablenkung aus der normalen Streichrichtung zeigt, dass die horizontale Bewegung der Massen gegen das hohe Gebirge am Rheine eine grössere gewesen sein muss, als in der Gegend der Wasserscheide, oder umgekehrt, wenn wir uns die Bewegung vom Gebirge her denken, dass die Massen in der Gegend der Wasserscheide weiter nach auswärts gedrängt erscheinen als am Rheine.

Verfolgen wir die Wellen von der Wasserscheide nach Osten in den hinteren Bregenzer Wald, so sehen wir dieselben, wie schon mehrfach erwähnt, rein ostwestlich streichen. Dieselben weichen also auch hier von der normalen Streichrichtung der Alpenkette ab, und zwar so ziemlich um denselben Winkel wie am Rheine, nur nach der entgegengesetzten Richtung. Die Entfernung von der Centralaxe des Gebirges findet nämlich hier nach Westen hin statt, und zwar wieder gegen die Linie, entlang welcher die Wellen zum ersten Male culminiren, oder nach der Gegend der Wasserscheide und des complicirtesten Baues.

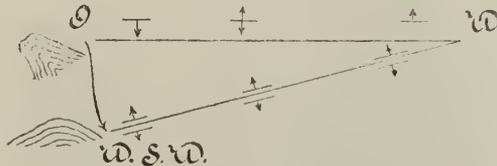
Am allerklarsten sieht man dieses Verhältniss an dem Baue der jurassischen Hauptwelle. Wie bereits oben erwähnt, taucht dieselbe ober der Süttiser Alpe unter den Kreidebildungen auf, schwillt bis in die Gegend der Canisfluh an und nimmt von da nach Osten wieder ab, bis sie sich bei der Sattelleckalpe wieder unter den Kreidebildungen verliert. Ihr Südschenkel ist verhältnissmässig flach, der Nordschenkel dagegen steil bis überhangend, so dass sie im Ganzen eine Art schiefes Tonnengewölbe bildet. Dieses Tonnengewölbe ist von zwei tiefen, so ziemlich parallelen Spalten durchsetzt, von deren einem, der zwischen Au und Schnepfau südost-nordwestlich verläuft und sich bis gegen Schröcken verfolgen lässt, oben bereits die Rede war. Der zweite Spalt verläuft etwas östlich von der Alpe Hofstätten, welche man auf dem Wege von Mellau nach der Canisfluh passirt.

Durch diese zwei Spalten zerfällt das Juragewölbe in drei Theile, welche von Ost nach West die Namen: Mittagfluh, Canisfluh und Hoher Koyen führen und, wie sich schon aus dem Umstande erkennen lässt, dass wir hier drei verschiedene Benennungen finden, landschaftlich selbstständig wirken. Die verschiedene Physiognomie, welche die drei Theile der Jurawelle, zumal von Norden her gesehen, bieten, ist eine reine Folge der verschiedenen Stellung, welche der Nordschenkel bei den drei Wellenpartien einnimmt und der hieraus resultirenden verschiedenen Art der Wirkung, welche die Denudation übt.

An der Mittagfluh sehen wir nämlich den Nordschenkel der Welle unter etwa 60 Grad vom Berge weg nach Nord einfallen. An der eigentlichen Canisfluh stellt sich der Nordschenkel etwas steiler, beinahe senkrecht. Die Partie des Hohen Koyen ist endlich ganz überstürzt und der Nordschenkel fällt mit steiler Neigung gegen den Berg ein.

Betrachtet man die Welle als Ganzes, d. h. sieht man von den beiden die Welle durchsetzenden Spalten ab, so zeigt dieselbe einen windschiefen Bau in der Art, dass von Ost nach West die Intensität der Faltung grösser wird. Der westliche Theil erscheint also durch den horizontalen Schub viel stärker afficirt, gleichsam gegen das Vorland weiter hinausgedrängt, als der östliche.

Fig. 2.



Um dies leichter begreiflich zu finden, braucht man sich nur die Frage zu beantworten, was man thun müsste, um die in der eben angegebenen Art windschiefe Jurawelle wieder auf den regelmässigen symmetrischen Bau zurückzubringen. Man müsste sie offenbar an ihrem

Westende um ein Stück zurückschieben können, wodurch einerseits der hier überkippte Nordschenkel eine zum Südschenkel symmetrische Lage, andererseits die ganze Welle die normale Streichrichtung der Alpenkette erhalten würde, so wie dies das vorliegende Schema (Fig. 2) zeigt.

Die Kreidewellen erscheinen sonach entlang der ersten Culminationslinie aus ihrer normalen Streichrichtung nach der Seite des Vorlandes herausgedrängt und verlaufen in einem auffallenden Bogen, als würden sie einem festen Hindernisse ausweichen, welches hier local die horizontale Bewegung der Sedimentärmassen gegen den krystallinischen Kern des Gebirges hemmte oder, wenn wir uns die Bewegung von Seite des Hochgebirges her denken, welches die Wellen entlang dieser Linie weiter gegen das Vorland herausdrängte, als dies zu beiden Seiten nebenan der Fall ist. Die nächste Aufgabe, zu welcher nun die thatsächlichen Verhältnisse im Wellenbaue der Vorarlberger Kreide drängen, ist wohl die Aufsuchung dieses Hindernisses.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass sich jede Unregelmässigkeit des krystallinischen Gebirgskernes, an welchem sich die vorgelagerten Sedimentärmassen aufstauen, auf die Tektonik dieser Massen geltend machen muss, mögen wir uns nun die Bewegung von der Seite des Vorlandes gegen diesen Kern oder umgekehrt denken. Ebenso gewiss dürfte es sein, dass der Horizontaldruck, durch welchen die Alpenkette aufgestaut wurde, in erster Linie senkrecht zum Streichen des Kettengebirges gewirkt hat und wirkt.

Betrachten wir nun die Richtung der Linie, entlang welcher die Wellen des Vorarlberger Kreidegebietes, vom Rheine an gerechnet, zum ersten Male culminiren, und gegen welche die beiden eben besprochenen Streichrichtungen der Kreidewellen unter einem stumpfen Winkel convergiren, so ist dieselbe, wie bereits angeführt, so ziemlich durch die Punkte Hochälpele und Hoher Blanken bestimmt und steht senkrecht zur normalen Streichrichtung der Alpenkette. Da die Wellen entlang dieser Linie aus der normalen Streichrichtung herausgedrängt sind, musste das Hinderniss, welches diese Unregelmässigkeit bedingt, wohl entlang dieser Linie, senkrecht zum Streichen der Alpenkette wirken und wir müssen dasselbe daher entlang dieser Linie suchen.

In der That gelangt man auch, wenn man die bezeichnete Linie sich hinreichend nach der Seite des Hochgebirges verlängert denkt, genau an jene eigenthümlich vorspringende Ecke, welche das alte krystallinische Gebirge auf der rechten Seite der Rheinbucht bildet und welche durch die Höhenpunkte des Lobspitz und Hochjoch bezeichnet ist. Diese Ecke bildet auffallender Weise zugleich den Mittelpunkt zu jenem Bogensegmente, das die Wellen des Vorarlberger Kreidegebietes durchlaufen, wie dies ein einfacher Versuch mit dem Zirkel etwa auf der geologischen Uebersichtskarte der Schweiz lehrt. Um dieses tektonische Centrum schwingen sich also die Wellen des Vorarlberger Kreidegebietes in weitem Bogen herum.

Aber nicht nur an den Kreidewellen, sondern auch an dem Wellenverlaufe des triadischen Hinterlandes beobachtet man, wie aus

den Darstellungen v. Mojsisovics¹⁾ hervorgeht, dieselbe Erscheinung, nur mit dem Unterschiede, dass die Bogenwendung, je näher an das tektonische Centrum, eine um so schärfere, sowie die Intensität der Stauung eine grössere wird, so dass die einzelnen Wellen meist schon an der Stelle der grössten Krümmung gerissen sind, und wir daher nur ihre Trümmer in Form von übereinander gethürmten Schollen sehen.

Die Wellen verlaufen also innerhalb des Wirkungsbereiches des tektonischen Mittelpunktes concentrisch, nach aussen successive Bogen von grösserem Radius bildend und an Intensität abnehmend.

Wo die Thatsachen so klar sprechen, wie im vorliegenden Falle, da lässt sich wohl an dem engen Zusammenhange der Erscheinungen kaum zweifeln und wir müssen den Vorsprung, den die krystallinische Zone im Osten der Rheinbucht bildet, als Ursache der Bogenwendung der vorgelagerten Sedimentärwellen auffassen, kurz wir können an der Stauungserscheinung kaum zweifeln.

Weniger bestimmt gestaltet sich die Antwort, wenn wir um die Art und Weise des Vorganges fragen, durch welchen diese Stauungserscheinung zu Stande kam, und um die letzten Ursachen, welche sie bedingen. Trotz dieser Unbestimmtheit dürften einige kurze Worte zur Charakteristik des Standpunktes, von dem aus die vorliegende tektonische Studie gemacht wurde, nicht überflüssig erscheinen.

Dass es horizontal wirkende Kräfte sind, durch welche unmittelbar die Gebirge aufgestaut wurden, wird von den meisten neueren Forschern, welche sich mit der Frage der Gebirgsbildung beschäftigt haben, von Const. Prévost bis auf die neuesten Arbeiten von Mallet, Suess und Heim zugegeben. Dessgleichen begegnet die Auffassung, dass die Gebirgsketten jenen Linien entsprechen, an denen die Erdkruste dem horizontalen Drucke nachgegeben, oder was dasselbe ist, an denen sich die aus der Abkühlung resultirende, in der ganzen Erdkruste gleichmässig vertheilte Spannung ausgeglichen hat, allgemeiner Zustimmung. Nun dürften aber die Stellen, welche dem Horizontaldrucke nachgegeben haben, kaum die stärksten, sondern im Gegentheile die schwächsten Stellen der Erdrinde sein und die rein theoretische Frage spitzt sich sonach dahin zu, woher es komme, dass gewisse Theile der Erdrinde, welche, wie uns die Kettengebirge lehren, einen linearen Verlauf haben, schwächer sind als andere.

Leconte, Dana und mit ihnen andere amerikanische Forscher suchten, anknüpfend an die Senkungshypothese Prévost's, die Antwort auf diese Frage so zu finden, dass sie sich vorstellen, die tiefsten Stellen eines Senkungsfeldes im Prévost'schen Sinne oder einer Geosynklinale geriethen in eine Tiefe, in der sie durch die Erdwärme erweicht, daher weniger resistent und in Folge dessen gefaltet und gehoben würden. Einer solchen Hypothese widerspricht jedoch schon der einfache Umstand, dass in den sedimentären Zonen der Gebirge die Seichtseebildungen entschieden vorwiegen, während der Hypothese Dana's zu Folge wenigstens in den älteren Formationen lauter Bildungen der tiefsten See zu finden sein müssten. Zudem lässt sich,

¹⁾ v. Mojsisovics, Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichs.-Anst. 1873.

wenn wir, wie dies von Const. Prévost und Allen, die später in seine Fusstapfen getreten sind, geschehen, von der Laplace'schen Theorie ausgehen, eine schon mehrfach angeregte, viel ungezwungener Erklärung denken.

Anknüpfend an die Laplace'sche Hypothese ist wohl für die Theorie der Gebirgsbildung jene Phase der Erdbildung am wichtigsten, wo auf der Erdoberfläche sich in Folge der Abkühlung eine feste Kruste zu bilden begann, und es ist sehr wichtig, sich darüber klar zu werden, in welcher Weise diese Krustenbildung vor sich gegangen sein mochte. Die Annahme, dass sich gleichzeitig eine gleichmässige Erstarrungskruste ringsum gebildet habe, ist gewiss nicht die einzig zulässige. Im Gegentheile dürfte, nach Analogie an anderen Himmelskörpern und Vorgängen in der Natur die Vorstellung Vieles für sich haben, dass die Erstarrung von gewissen Centren ausgehend, nach und nach um sich griff. Das Resultat dieses Vorganges wären feste Schollen, die, dem Prozesse ihrer Entstehung entsprechend, im Querschnitte Linsenform haben, d. h. in der Mitte am stärksten, gegen die Ränder zu schwächer sein mussten. Dabei ist nicht einmal die Annahme der Gleichzeitigkeit für den Beginn der Bildung dieser Schollen nothwendig. Die Bildungsperioden derselben können verschieden lang sein und demgemäss wird auch die relative Grösse der Schollen abweichen können in gleicher Weise, wie ihre Form.

Wenn nun bei fortschreitender Erstarrung diese verschieden grossen und abweichend geformten Schollen endlich mit ihren schwachen Rändern aneinanderstossen, haben wir in den Nähten jene Linien gegeben, denen die schwächsten Stellen der Erdrinde entsprechen und an denen, bei fortgesetzter Abkühlung und Volumverminderung des Erdkörpers, jene Spannung sich ausgleicht, welche durch die horizontalen Componenten der Schwere der nachsinkenden erstarrten Oberflächenmassen erzeugt wird.

Dass das Ausweichen der Massen, durch welches entlang den Linien des geringsten Widerstandes der aus der Contraction resultirende Raumverlust ausgeglichen wird, nach der Seite des geringsten Widerstandes, also in den Luftraum erfolgt, ist selbstverständlich, oder mit anderen Worten, die erstarrten Massen werden entlang den Nähten der Urschollen gehoben. Die aufgestülpten Ränder der Schollen und die zwischen diesen theilweise emporgesprengten tieferen plutonischen Massen bilden also die erste Anlage oder die Axe des Gebirges, gegen welche von beiden Seiten der Druck erfolgt und die sonach als das Resultat und nicht als die Ursache des Seitendruckes erscheint.

Die S-förmige Form der Faltenbildung, die, an Intensität abnehmend, sich von der Centralaxe des Kettengebirges nach beiden Seiten hin verfolgen lässt und eine symmetrische Anordnung zeigt, ist eine reine mechanische Folge der schiefen Stellung, welche die Ränder der Schollen bei der Stauung annehmen, im Vereine mit der fortgesetzt horizontalen Wirkung des Seitendruckes, wie es die folgende Figur zeigt.

Dass die Hebung der Axe schon vor jener Zeit stattgefunden, in welcher die ersten ihr angelagerten Sedimente sich gebildet, folgt schon

aus dem Begriffe der letzteren. Denn woher sollten die Sedimente kommen, wenn wir kein trockenes Land haben, von dem sie genommen wurden. Andererseits dürften uns die tektonischen Erscheinungen, die wir an den Sedimentärzonen der Gebirge bis zu den jüngeren Ablagerungen hinab sehen, kaum darüber im Unklaren lassen, dass die horizontale Spannung, entsprechend der fortschreitenden Abkühlung der Erde bis in die jüngste Zeit angehalten und wahrscheinlich noch anhält.

Fig. 3.



Die einzelnen Faltungen und Störungen, denen wir zu beiden Seiten der Centralaxe eines Gebirges begegnen, stammen sonach aus sehr verschiedener Zeit und folgen successive von der Axe gegen das Vorland zeitlich aufeinander. Es wäre Aufgabe der Tektonik, ihr relatives Alter festzustellen, analog wie die Stratigraphie das relative Alter der Sedimente festzustellen sucht. Anhaltspunkte für Untersuchungen dieser Art dürfte neben dem Umstande, dass die jüngeren Störungen durch die älteren immer bestimmt und grossentheils bedingt werden, auch wesentlich die Vertheilung der Sedimente bieten.

Ein einzelnes Beispiel für die Art und Weise, wie die jüngeren tektonischen Erscheinungen von den älteren sich abhängig zeigen, scheidet sich bei der nun noch erübrigenden Besprechung der tektonischen Verhältnisse des Vorarlberger Kreidegebietes, wie sie uns im hinteren Bregenzer Walde und weiter gegen Osten entgegentreten, zu ergeben.

Was zunächst die Erscheinungen in den Kreidewellen des hinteren Bregenzer Waldes betrifft, so scheinen dieselben im innigsten Zusammenhange zu stehen mit den beiden Querrissen, welche, wie bereits oben mitgetheilt wurde, das jurassische Gewölbe durchsetzen. Diese Risse verlaufen so ziemlich parallel und haben nahezu die Richtung der mehrfach erwähnten Linie, in welcher die Wellen vom Rheine an zum ersten Male culminiren, stehen sonach auf der Normalstreichrichtung der Alpen beinahe senkrecht. Der östlichere der beiden Risse durchsetzt nur das Juragewölbe zwischen Au und Schnepfau, erstreckt sich aber nicht mehr auf die vorgelagerten Kreidewellen, sondern ist in diesen durch die oben näher besprochenen Depressionsstellen, die sich als Folge einer entlang der Bruchlinie wirksamen Tension ergeben, vertreten.

Die stauende Rückwirkung der als tektonischen Mittelpunkt oben geschilderten krystallinischen Ecke des Hochjoch machte sich, nachdem

der Riss eingetreten, fortan nur auf das westlich von diesem liegende Gebiet hauptsächlich geltend, während die östlich vom Risse liegenden Massen in ihrer Bewegung gegen das Hochgebirge weniger gehindert wurden. Daher die verhältnissmässig ruhigeren Lagerungsverhältnisse im östlichen Theile des Kreidegebietes gegenüber dem complicirten Baue im westlichen, auf welchen Unterschied schon v. Richthofen¹⁾ aufmerksam macht, sowie die Tensionserscheinung an der Grenze der beiden Gebiete.

Dass die Tension entlang der Depressionslinie im hinteren Brengener Walde nicht bis zum Risse gediehen, scheint durch den zweiten Riss, welcher bei der Alm Hofstätten das Juragewölbe durchsetzt und sich im Gegensatze zu dem ersteren auch auf die vorgelagerten Kreidewellen erstreckt, bedingt zu sein. Durch das Eintreten dieses zweiten Risses erscheint der stauende Gegendruck der krystallinischen Ecke auf das zwischen dem ersten und zweiten Risse gelegene Bodestück ausser Action gesetzt und die unmittelbare Wirkung dieses Gegendruckes auf das westlich von dem zweiten Bruche liegende Gebiet beschränkt, in welchem sich dieselbe dann aber um so intensiver äussert.

Dass wir es hier in der That mit einem Risse zu thun haben, der durch eine horizontal und senkrecht zur Streichrichtung der Wellen wirkende Kraft erzeugt worden, dafür sprechen die Erscheinungen, wie man sie zu beiden Seiten des Risses, sowohl an der Jurawelle, als auch besonders da sehen kann, wo er die Gunterhang-Gopfbergwelle durchsetzt, nämlich in der Schlucht zwischen Mellau und Reutte. Wie schon oben bemerkt, bildet der zweite Riss die Grenze zwischen den Hoher Koyen und Canisfluh genannten Partien der Jurawelle. Während nun östlich vom Risse, an der Canisfluh, die Schichtstellung am Nordabhang eine von der verticalen wenig verschiedene ist, zeigt sich die Partie westlich vom Risse, der Hohe Koyen, ganz überstürzt. Die Rückwirkung des Gegendruckes ist hier also viel intensiver als an der Canisfluh. Hiemit übereinstimmend zeigt sich in der nördlichen Fortsetzung des Risses, da wo er die Gunterhangwelle zwischen Mellau und Reutte trifft, die linke Thalwand gegen die rechte in der Art verschoben, dass die correspondirenden Theile auf der linken Seite sich etwas nördlicher zeigen als auf der rechten. Hiemit in vollkommener Uebereinstimmung steht die schöne Schlepplungserscheinung, wie man sie etwas nördlich von dem Weiler Klaus am Südabhang des Bayenberges sieht. Auch eine bis in die nächste Nähe von Mellau reichende Falte am Nordabhange des Gunterhang, welche von Gault- und Seewerbildungen ausgefüllt ist, zeigt dieselbe Abweichung aus der ostwestlichen Streichrichtung gegen Süd. Die Schlepplungen scheinen Reste einer Knickung der Kreidewellen im Streichen zu sein, welche durch den Riss in der Jurawelle veranlasst wurde und dem Risse in den Kreidewellen vorausging. In der weiteren Fortsetzung des Risses, da wo er die Winterstaudenwelle zwischen Klausberg und Bezek trifft, sieht man keine Schlepplungs-

¹⁾ v. Richthofen, Kalkalpen Jahrb. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1861/2, pag. 185.

erscheinung, wohl aber scheinen auch hier die Thalwände in der gleichen Art wie bei der Guntenhängwelle ein wenig gegen einander verschoben zu sein.

Die Erscheinungen im hinteren Bregenzer Walde zeigen uns also deutlich den Einfluss der einzelnen isolirten Parteen der Jurawelle auf die vorgelagerten Kreidemassen und werden unter dem Gesichtspunkte einer Stauung des Vorlandes an der krystallinischen Ecke des Hochjoch gut verständlich.

Doch nicht nur die einzelnen Parteen des Juragewölbes, sondern auch dieses als Ganzes aufgefasst, übt seine Wirkung auf das Vorland. Diese wird jedoch nur verständlich, wenn wir den Einfluss einer zweiten Jurawelle, welche in dem eben behandelten Gebiete auftritt, mit in Combination ziehen. Diese Jurawelle, welche wohl grossentheils denudirt, nur in einzelnen Resten, wahren Klippen, innerhalb der nördlichen Flyschzone zu Tage tritt, ist hauptsächlich durch die Masse des Feuerstädt angezeigt und zeigt sich in Spuren weiter nach Osten am Schelpen und Bolgen, während wir nach Westen hin keine Spur derselben kennen. Hieraus zu schliessen, fällt die grösste Erhebung der Feuerstädtwelle in die Strecke Feuerstädt-Bolgen, also um ein Bedeutendes weiter nach Ost im Vergleich zu dem Tonnen- gewölbe der Canisfluh.

Bei dem von Seite des Vorlandes gegen den Gebirgskern* ausgeübten Drucke und der hieraus sich ergebenden Bewegung der Massen wurden die beiden Jurawellen einander genähert und dadurch die zwischen beiden liegenden Kreidemassen wie zwischen den Backen eines Schraubstockes gepresst. Nun erscheint aber die Feuerstädtwelle der Canisfluhwelle nicht direct vorgelagert, sondern liegt weiter nach Ost so, dass ihr Westende so ziemlich dem Ostende der Canisfluhwelle entspricht. Bei der durch den Seitendruck erzeugte Annäherung wirken also die beiden jurassischen Wellenmassen nicht einander diametral entgegen, sondern aneinander vorbei, wodurch die zwischen beide eingeklemmten Kreidewellen entlang jener Linie, welche die genäherten Enden der Jurawellen verbindet und so ziemlich nordsüdlich verläuft, gezerzt, d. h. aus der ostwestlichen Streichrichtung gegen Süd abgelenkt und zugleich im Niveau herabgedrückt erscheinen, wie dies oben näher beschrieben worden. Die hiedurch erzeugte Störung reicht aus der Gegend von Siebratsgfäll bis an den Ostfuss des Didams und bedingt den Lauf des Subersbaches. (Vergl. unten Fig. 4 a.)

Die unmittelbar südlich vom Feuerstädt liegende Gebirgspartie entspricht, wie wir oben gesehen, der dritten und letzten Hebung des Kreideterrains. Dieselbe fällt in den engeren tektonischen Bereich der Feuerstädtwelle, und daher erklärt sich die Erscheinung, dass der am intensivsten gefaltete Theil dieser Gebirgspartie, die Gottesackerwände, an der jurassischen Welle zunächst sich findet, während wir in weiterer Entfernung gegen Süden viel ruhigere Lagerungsverhältnisse finden (vergl. Prof. 1, Taf. 19 a). Dessgleichen erklärt sich durch den Druck, welchen die präexistirende Unebenheit der Feuerstädtwelle auf die südlich von derselben liegenden Kreidemasse ausübt, die auffallende Convergenz der im bayerischen Algäu neu hinzutretenden Kreidewellen gegen einen Punkt, der südlich von der gröss-

ten Erhebung der Feuerstädtwelle liegt (vergl. unten Fig. 4). In dem Masse, als sich die Feuerstädtwelle nach Osten senkt, schwindet ihr Einfluss auf die Kreidewellen, die in Folge dessen freier werden und, sich auf einen grösseren Raum ausbreitend, radienartig auseinandertreten. Aus demselben Grunde werden aber andererseits auch die Kreidewellen nach Osten flacher und verschwinden allmählig unter dem Flysch. Ihre Hebung über die Flyschdecke erscheint sonach als reine Folge der Druckwirkung, welche in erster Linie die Feuerstädtwelle auf die Kreidemassen ausübt.

Die Unebenheit des Feuerstädt scheint übrigens ihre Entstehung einer anderen zu verdanken, welche das krystallinische Grundgebirge in dieser Gegend etwas weiter nordöstlich vom Feuerstädt bilden dürfte. Schon Murchison¹⁾ hatte die Beobachtung gemacht, dass am Bolgenberge, nahe nordöstlich vom Feuerstädt, sich grosse, eckige Blöcke von granitischem Gneiss und Schiefer in grosser Menge finden, und da er einzelne Spitzen der krystallinischen Felsart bis 300 Fuss über die Oberfläche aufragend fand, nahm er an, dass der von jüngeren Bildungen zugedeckte Kern des Berges einer vorragenden Spitze des krystallinischen Grundgebirges entspreche (vergl. Prof. 4, Taf. 36 l. c.)

Dem entgegen führt Prof. Gümbel²⁾ an, dass die krystallinischen Blöcke, die sich im Thale der Bolgenache in grosser Menge finden, aus einem dem Flysch eingelagerten Riesenconglomerate stammen, dessen Ursprung ähnlich jenem der erraticen Bildungen sei. Indessen kann Prof. Gümbel die Provenienz der Blöcke nicht genauer angeben, denn wie er (pag. 621 l. c.) bemerkt, stimmen die verschiedenen Gesteinsarten des Conglomerates nicht mit jenen, die in den benachbarten Centralalpen das Urgebirge zusammensetzen. Auch enthalten die Conglomerate (pag. 626 l. c.) nur äusserst selten Kalkbrocken eingemengt, so dass das Materiale derselben kaum aus den Centralalpen in der Richtung der Kalkberge herkommen kann. Hiernach scheint sich die übrigens locale Erscheinung doch noch am besten zu erklären, wenn wir mit Murchison das Vorhandensein einer durch jüngere Bildungen zugedeckten krystallinischen Klippe annehmen, welche zu dem Conglomerate das Materiale geliefert hat. Mit der Annahme einer solchen Unebenheit des krystallinischen Untergrundes scheint, ausser den bereits angeführten Erscheinungen in der südlich dieser Klippe gelegenen Kreidegegend, auch der eigenthümliche Verlauf des triadischen Gebirgsrandes übereinzustimmen, der in einiger Entfernung, gleichsam der krystallinischen Unebenheit ausweichend, in einem auffallenden Bogen verläuft und so eine Art weite Bucht an dieser Stelle bildet.

Sämmtliche Einzelheiten im Wellenbaue des Vorarlberger Kreidegebietes lassen sich sonach sehr gut unter dem einen Gesichtspunkte erklären, dass bei der grossen, durch die horizontalen Componenten der Schwere an den schwächsten Stellen der Erdrinde verursachten Bewegung der Massen, die in unserem Falle von Seite des Vorlandes

¹⁾ Murchison, Structure of the Eastern Alps. Trans. geol. soc. London. Vol. II, 2. Ser. pag. 334.

²⁾ Gümbel, Bayer. Alpen, pag. 625.

gegen die Centralaxe der Alpen gerichtet ist, jene Ecke, welche das alte Gneissgebirge im Osten der sog. Rheinbucht bildet, ein stauendes Hinderniss gebildet habe, in Folge dessen sich die vorgelagerten Wellen in einer von der normalen abweichenden Richtung ausgebildet haben.

Eine secundäre Erscheinung in der Tektonik des Kreidegebietes bildet die Abhängigkeit, in welcher wir die jüngeren Kreidewellen von den älteren Jurawellen sehen.

Die nachfolgende schematische Skizze (Fig. 4) dürfte besser, als dies mit Worten geschehen könnte, einen Ueberblick der im Vorhergehenden geschilderten tektonischen Verhältnisse des Vorarlberger Kreidegebietes liefern¹⁾.



Wie man sieht, ist das Bild der tektonischen Verhältnisse diesseits des Rheins ein sehr einheitliches und unter den oben näher angedeuteten theoretischen Gesichtspunkten gut verständlich. Da dasselbe aber im Westen an einer Linie abschneidet, welche in der Literatur als eine Störungslinie von ganz besonderer Bedeutung angeführt erscheint, dürfte es an dieser Stelle nicht ohne Interesse sein, einen Blick auf die tektonischen Verhältnisse jenseits des Rheins zu werfen.

Speciell sieht v. Richthofen²⁾ für die älteren Formationen in dem Rheinthal „eine der grossartigsten Verwerfungsspalten

¹⁾ In Fig. 4 sollen die schwarzen Linien den Verlauf und die Intensität der Kreidewellen, die punktirten den Verlauf der Triaswellen andeuten.

²⁾ v. Richthofen, Kalkalpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1861 bis 1862, pag. 190.

in den Nordalpen, nur noch vergleichbar derjenigen bei Wien“. Dagegen gibt derselbe von den jenseits des Rheins liegenden Kreidebildungen des Sentis an, dass sie sich sowohl in stratigraphischer als auch in tektonischer Hinsicht „dem vorarlbergischen Kreidegebiete inniger anschliessen als dem schweizerischen westlich von der Linth“, und mit dem ersteren zusammen sogar einen und denselben tektonischen Bezirk bilden, dessen Knotenpunkt die Canisfluh sei. Wie oben gezeigt worden, ist es nicht die Canisfluh, sondern die krystallinische Ecke an der Ostseite der Rheinbucht, welche für den Bau der ganzen Umgebung als tektonischer Mittelpunkt erscheint, und dies dürfte die einzige Correctur sein, welche man an dem sonst vollkommen zutreffenden Bilde, welches v. Richthofen von der Tektonik der jüngeren Sedimente in dieser Gegend entwirft, vorzunehmen hätte. Die Kreidewellen, wie sie nach der Depression am Rheine im Sentis wieder auftauchen, streichen in genau derselben Direction, welche sie in Vorarlberg gegen den Rhein hin annehmen. Dessgleichen zeigt sich der Wellenbau des Churfirstengrates in vollkommener Uebereinstimmung mit der Richtung, in welcher die südlichsten Kreidewellen in Vorarlberg bei Feldkirch endigen. Die Wellen streichen nämlich quer nordost-südwestlich über den so ziemlich ostwestlich hinziehenden Churfirstengrat, der mitunter fälschlich als Churfirstenkette besprochen wird, die jenseits des Rheins im Falknis und der Sulzfluh ihre Fortsetzung finde. Zum Begriffe einer Kette würde es vor Allem gehören, dass die Wellen parallel der Längsausdehnung des Rates verlaufen, was hier nicht der Fall ist, sondern die Wellen setzen in den Churfirsten in der schon in Vorarlberg eingeschlagenen nordost-südwestlichen Richtung fort, wie man sich z. B. an der tiefen Falte, die aus der Gegend von Grabs gegen Wallenstadt verläuft und ober der Alpe Vergooden bei Wallenstadt im Querrisse prachtvoll zu sehen ist, auf das Klarste überzeugen kann.

Auch weiter westlich in der Gegend von Wesen setzen die Wellen in der gleichen nordost-südwestlichen Richtung über den Wallensee, ja sie behalten diese Richtung auch jenseits der Linth noch, wie sich dies in dem Faltenbruche südlich von Näfels auf das Allerklarste ausprägt und sich auch selbst weiter noch im oberen Klönthale aufs deutlichste beobachten lässt. Die Mittheilungen des Herrn Prof. Heim¹⁾ in Bezug auf die Streichrichtungen in den Churfirsten und weiter östlich sind sonach nicht richtig.

Verfolgt man die Richtung der tiefen Mulde zwischen Grabs und Wallenstadt über das Thal des Wallensees hinüber nach dem südlich von diesem Thale liegenden älteren Glarner Sedimentgebirge, zu dem sich die Churfirsten nur wie ein Mantelrest von jüngeren Ablagerungen verhalten, so findet man in der Richtung der angegebenen Mulde einen auffallenden langen, schmalen Zug, den in erster Linie die Bildungen der Röthigruppe und des Lias zusammensetzen und der sich vom Gulderstock über Weissmeilen und die Alpe Brod bis in die Nähe des Wallensees zieht. Parallel zu

¹⁾ Heim, Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. I. Th. pag. 150.

diesem Zuge läuft die Rinne des Schilzbaches, sowie überhaupt die von Süden her gegen das Thal des Wallensees mündenden Seitenthäler alle die gleiche auffallende nordost-südwestliche Richtung haben, wie das Murgthal, Weisstannenthal, Taminathal etc., so dass man auf den ersten Blick die Vermuthung nicht unterdrücken kann, dass dieselbe Art des Wellenbaues, welche wir an dem aus jüngeren Sedimenten bestehenden Mantel der Churfürsten mit aller Klarheit sehen, auch für den älteren Untergrund massgebend sei, also auch südlich vom Thale des Wallensees die Wellen nordost-südwestlich streichen und die von dieser Seite herabkommenden Thäler sonach Längsthäler sind.¹⁾

Dem ist jedoch, wie uns die jüngsten Arbeiten des Herrn Prof. Heim sehr ausführlich lehren, nichts weniger denn so. Wir befinden uns vielmehr hier im Gebiete der berühmten Glarner Schlinge, welche, im Widerspruche mit der Tektonik ihrer ganzen nächsten Umgebung eine Doppelfalte von colossalen Dimensionen vorstellt, deren Symmetrielinie so ziemlich ostwestlich (20° N.) verläuft, sonach mit der Richtung, in welcher die Wellen von Norden herüberkommen und in der ganzen Umgebung streichen, einen auffallenden Winkel einschliesst.

Schon der Umstand, dass wir es hier mit einer Doppelfalte, also mit zwei unmittelbar benachbarten nach gerade entgegengesetzter Richtung in einem ganz exorbitanten Massstabe überschobenen Falten zu thun haben, muss zu grosser Vorsicht mahnen. Eine solche Erscheinung ist etwas, was nach allen Erfahrungen, die man sonst in Betreff der tektonischen Verhältnisse der Nordalpen gemacht hat, sich als eine ganz auffallende Ausnahme herausstellt. Wenn eine solche Ausnahme Geltung behalten soll, dann muss die Beweisführung zur vollen Evidenz gebracht sein, und dürfen sich durchaus keine Erscheinungen finden lassen, die gegen die Annahme eines solchen Phänomens sprechen.

Die Summe der Beweise, welche sich für die Richtigkeit des Phänomens der Glarner Doppelfalte erbringen lassen, hat in jüngster Zeit Herr Prof. Heim im ersten Theile seiner ausgezeichneten „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung“ zum Theile nach Herrn Escher's, grossentheils aber nach eigenen Beobachtungen zusammengetragen.

Wenn man nach Durchlesen der von der Glarner Doppelfalte handelnden Capitel des lehrreichen Heim'schen Werkes die Gründe, welche für die Richtigkeit der Glarner Doppelfalte sprechen, gegen jene Erscheinungen abwägt, welche gegen dieselbe sprechen, und die mit sichtlicher Mühe immer erst einer ziemlich weit hergeholtten Erklärung unterzogen werden müssen, wenn sie sich in den Rahmen der Doppelfalte fügen sollen, kann man unmöglich den Eindruck der Ueberzeugung gewinnen.

Fragen wir uns einmal, auf welchen Beobachtungen beruht in erster Linie die Annahme der Glarner Doppelfalte, oder besser, da die Südfalte, die aber auch auf das Beste mit dem für die Nordalpen

¹⁾ Man vergleiche zur besseren Orientirung Blatt IX der geologischen Karte der Schweiz.

allgemeinen Baue harmonirt und sich eigentlich als ein Faltensystem darstellt, über jeden Zweifel festgestellt ist, worauf beruht die Annahme der dem allgemeinen Baue der Nordalpen durchaus widersprechenden und in ihren Dimensionen die Südfalte weitaus übertreffenden Nordfalte.

Es sind vor Allem zwei Beobachtungen, auf denen die Annahme der grossartigen Nordfalte der Glarner Schlinge in erster Reihe fusst, nämlich: 1. die unmittelbare Zugehörigkeit der Kalkmasse des Griesstockes zu jener der Schächenthaler Windgälle und 2. das eocäne Alter der ganzen Masse dunkler Schiefer, welche zwischen Linth- und Rheinthal discordant von den Verrucanomassen überlagert werden. Diese letzteren, wiewohl petrefaktenlos, bilden nach Nordwest und Nord hin evident die Unterlage der ganzen übrigen Formationsreihe und stellen sonach unstreitig eines der ältesten Formationsglieder dieser Gegend vor.

Der Beweisführung für die erstere Beobachtung sind grossentheils die vielen schönen Profile gewidmet, welche das Werk des Herrn Prof. Heim zieren.

In den ersten fünf Profilen (Taf. IV l. c.) fällt zunächst neben der grossen, von Süd her überschlagenen Falte, deren aufgebogener Gewölbschenkel in seinen Rudimenten die grosse Windgälle und den grossen Ruchen bildet, eine zweite dieser ersten nördlich vorgelegerte Falte auf, die am klarsten und stärksten im Prof. 4 vortritt und das Wiss-Stöckli bildet. In der Fortsetzung der Streichrichtung dieser evident zur Südhälfte der Glarner Schlinge gehörigen Falte findet sich auffallender Weise der Griesstock, und man wäre im ersten Augenblicke geneigt, zu glauben, dass der Griesstock in ähnlicher Art wie das Wiss-Stöckli gebaut sei, somit auch zur Südfalte gehöre. Indessen bildet der Griesstock, wie Prof. Heim angibt, wie aber die ad. nat. gezeichneten Figuren Prof. VII b, Taf. V und Fig. 4, Taf. X Niemandem beweisen, der nicht viel guten Willen mitbringt, ein nach Süd convexes Knie, dessen Liegendschenkel bis an den Fuss der Schächenthaler Windgälle sich verfolgen lässt.

Wenn man sich mit der Existenz dieses Knies einverstanden erklärt, entsteht zunächst die Frage, ob man dasselbe als einen Rest von Gewölb- und Mittelschenkel oder aber als einen Rest von Mittel- und Muldenschenkel auffasst.

Prof. Heim gibt sich auf einem ziemlich grossen Umwege Mühe, das erstere zu erweisen, wiewohl das letztere nach dem Parallelprofile IV als das natürlichere und wahrscheinlichere erscheinen würde. Den Beweis führt Prof. Heim in der Art, dass er vom Linththale her den sog. Lochseitenkalk, nämlich jene in der Regel dünne Kalklage, welche am Fusse des Glärnisch und weiter im Osten die Unterlage des Verrucano bildet, gegen den Klausenpass zu verfolgt und von ihr angibt, dass sie in weiterer Fortsetzung den Liegendschenkel des nach Süd convexen Knies des Griesstockes, nämlich die sogenannte Balmenwand, im hinteren Schächenthale bilde.

Leider ist gerade jene Stelle der Beweisführung, wo es sich um den Uebergang von Lochseitenkalk in Hochgebirgskalk handelt, etwas unklar gehalten. Folgend der Darstellung Prof. Heim's bewegen

wir uns vom Linththale her am Nordabhange des Kammerstockes längere Zeit in Lochseitenkalk und abwechselnd in Eocän. Bei Klus endlich treten wir auf einmal sehr unvermittelt (p. 171 l. c.) „an eine 200—280 Meter hohe circusartige Wand aus Hochgebirgskalk, in deren Tiefe discordant südlich einfallend eocäne Schiefer liegen und über welchen concordant ebensolche hinziehen. Der Lochseitenkalk ist also auf viel bedeutendere Mächtigkeit angeschwollen und zugleich ganz in eocänes Gestein eingeschlossen.“

Man fragt sich, wenn man diese Stelle gelesen, unwillkürlich nach der Uebergangsstelle, denn daraus, dass der Lochseitenkalk am Klausenpasse in Folge tektonischer Störungen in nächste Nähe von Hochgebirgskalk geräth, folgt noch lange nicht, dass diese beiden eine und dieselbe Bildung seien.

Ebenso unklar ist das Résumé des so wichtigen Capitels (p. 172 l. c.): „Der Lochseitenkalk des linken Linthufers setzt in den Kammerstockkalk fort, dieser wickelt am Klausenpasse das südliche Ende des überschobenen Verrucano und Dolomites ein und wird dort von Eocän bedeckt. Er streicht weiter und bildet im Hintergrunde des Schächenthales die ganze circusartige Balmenwand von der rechten Thalseite bis zum Griesstock.“

Dass die Verhältnisse am Klausenpasse nicht überzeugend sind, liesse sich theilweise schon aus dem Umstande folgern, dass Prof. Heim unter den Beobachtungen (*a—g*, pag. 141—142 l. c.), die das oberjurassische Alter des Lochseitenkalkes beweisen sollen, die Stelle am Klausenpasse nicht anführt, trotzdem der ununterbrochene Zusammenhang des Lochseitenkalkes des Glärnisch mit dem Hochgebirgskalke des Griesstockes eine Cardinalfrage für die Richtigkeit der Nordfalte ist. Prof. Heim holt vielmehr seine Beweise für das Alter des Lochseitenkalkes lieber aus der Südfalte, wiewohl auch hier, wie er (pag. 142 l. c.) sagt: „Die verbindende Umbiegung der liegenden Mulde so scharf spitz gequetscht ist, dass sie nicht als solche sichtbar ist, sondern dass nur scheinbar obere Bänke des Hochgebirgskalkes etwas schief nördlich aufwärts sich von der Hauptmasse ablösen, während zwischen diese Bänke und die Hauptmasse Kreide und Eocän hineintreten.“

Die Fälle unter der Robialp und bei den Andesteralpen, in denen man nach Prof. Heim die Umkehr des Muldenschenkels sieht, und deren genaue Beschreibung sehr wünschenswerth wäre, sind nicht näher geschildert, sondern nur der eine Fall am Panixer Passe ausführlicher behandelt. Die Verhältnisse am Panixer Passe, wie sie Prof. Heim in Fig. 6, Taf. 16 zeichnet, scheinen aber, nach dem zugehörigen Texte (pag. 185 l. c.) zu urtheilen, auch eigentlich nicht positiv beobachtet, sondern vielmehr erschlossen zu sein, wie aus der Bemerkung (pag. 185 l. c.) hervorgeht: „Zwischen dem flach südfallenden Schichtensystem und dem steil gegen Nord überbogenen Schenkel muss wohl eine verbindende Biegung unter dem Schutte liegen.“ Leider fragt es sich in diesem Falle, der den continuirlichen Uebergang von Lochseitenkalk in Hochgebirgskalk erweisen soll, nicht, ob eine Verbindung der beiden Muldenschenkel da ist, sondern wie diese Verbindung beschaffen ist, und ob sie der Darstellung auf Taf. XVI,

Fig. 6, entspricht. Ohne positive Beobachtung liesse sich die Verbindung auch so denken, dass die Bildungen der Röthigruppe, statt unter dem Schutte muldenartig aufzubiegen, wie es das citirte Profil darstellt, eher unter dem Hochgebirgskalk ruhig weiter ziehen, wie sie das sonst überall thun und wir sonach vom Panixer Passe gegen das Vorab eine regelmässige Schichtenfolge vor uns haben.

Die wenigen ziemlich schwer bestimmbareren Fossilien, die man für das oberjurassische Alter des Lochseitenkalkes gewöhnlich ins Feld führt¹⁾, stammen eigentlich nicht aus diesem, sondern aus wirklichem Hochgebirgskalk. Prof. Heim sagt hierüber (pag. 141 l. c.): „Am Panixer Passe fand Escher in dem in Hochgebirgskalk erweiterten Lochseitenkalk einige Belemniten und mehrere, allerdings specifisch unbestimmbare Reste von planulaten Ammoniten“. Und (pag. 142 l. c.): „Der Hochgebirgskalk am Vorab, aus welchem der Lochseitenkalk hervorgeht, enthält oberjurassische Petrefacten.“

Die Beweise für das oberjurassische Alter des Lochseitenkalkes erweisen sich also bei näherer Untersuchung nicht als sehr schlagend, und es bleibt für die Beurtheilung des Alters dieses Kalkes nur die positive Thatsache seiner Lagerung unter dem Verrucano und über den dunklen Thonschiefern, von deren angeblich eocänem Alter weiter unten die Rede sein soll.

Wenn aber das Alter des Lochseitenkalkes fraglich bleibt, dann fehlt ein Hauptglied in der oben besprochenen Beweisführung für die Zugehörigkeit des Griesstockes zur Nordfalte. Der Beweis ist so geführt, dass darin das oberjurassische Alter des Lochseitenkalkes als fixe Thatsache behandelt erscheint, denn sonst könnte sich Herr Prof. Heim über die Lücke, welche nach seiner Darstellung zwischen Lochseitenkalk und Hochgebirgskalk in der Nähe des Klausenpasses existirt, nicht mit jener Leichtigkeit hinwegsetzen, mit der er es wirklich thut.

Der Lochseitenkalk, stellenweise wie bei Lochsiten kaum einen Meter stark, repräsentirt²⁾ „den durch Auswalzen reducirten und stark mechanisch metamorphosirten Mittelschenkel“ der Nordfalte, d. h. er soll den einzigen Rest der grossen bis 3000 Meter mächtigen Masse von Sedimenten vorstellen, die wir im Norden sowohl, als Westen und Osten der Verrucanomasse aufgelagert sehen und deren Mächtigkeit durch einen stark hypothetischen Vorgang, das Auswalzen, stellenweise bis unter einen Meter sinken soll.

Abgesehen davon, dass sich Niemand über den Vorgang des Auswalzens eine vernünftige Vorstellung zu machen in der Lage ist, ist eine Erklärung dieser Thatsache auch dann schwer möglich, wenn man mit Herrn Balzer³⁾ ein Auskeilen des Jura- und Kreidecomplexes nach Osten annehmen wollte, denn die Jura- und Kreidebildungen haben sowohl am Glärnisch, als in den Churfürsten, wie auch an der Churer Calanda, also im ganzen Umkreise der Glarner Schlinge, dieselbe enorme Mächtigkeit, und ein Auskeilen in der verhältnissmässig

¹⁾ Vergl. Balzer, Zur Kenntniss der Glarner Schlinge. Leonh. u. Geinitz, Neues Jahrb. 1876, p. 126.

²⁾ Vergl. Heim, Stauung und Faltung der Erdrinde. Basel 1878, p. 13.

³⁾ Balzer, Glarner Schlinge. Neues Jahrb. 1876, p. 129.

geringen Entfernung ist nur schwer erklärlich, Nach Prof. Heim's Anschauungen ist überdies eine solche Erklärungsweise, da sie nur in der Annahme einer vorjurassischen localen Hebung bestehen könnte, gar nicht möglich. Nach Prof. Heim¹⁾ fanden ja in dem ganzen Gebiete der Glarner Schlinge „bis gegen Mitte der Tertiärzeit nur continentale Verticalschwankungen statt. Eigentliche Schichtaufrichtung durch Faltung ist erst zur Miocänzeit zum ersten Male eingetreten“.

Nach alledem dürfte es vielleicht doch das Einfachste sein, den Lochseitenkalk so aufzufassen, wie er sich jedem Unbefangenen präsirt, nämlich als die stratigraphische Basis des Verrucano.

Eine weitere merkwürdige Thatsache, die sich mit der Theorie der Nordfalte schwer vereinigen lässt, bildet die Einfachheit der Verrucanodecke. Selbst Herr Prof. Heim weiss hier keine Erklärung zu finden, wie aus folgenden Stellen zu ersehen (pag. 146 l. c.): „Ist die Faltheorie richtig, so ist wahrscheinlich, wenigstens theilweise, der Verrucano der Nordfalte über sich selbst zurückgebogen. Er bildet ein liegendes Gewölbe, welches so stark gequetscht ist, dass seine beiden Schenkel einen spitzen Winkel bilden, und der Verrucano selbst erfüllt den Kern dieses Gewölbes. Leider ist es bisher nicht gelungen, an den verschiedenen Verrucanovarietäten eine solche Doppellagerung überhaupt allgemein nachzuweisen“. Und (pag. 148 l. c.): „Es ist bisher nicht gelungen, im Verrucano zwischen Mittelschenkel und Gewölbschenkel die Grenzfläche zu finden, weder als eine Symmetriefläche für die nach oben und unten folgenden verschiedenen Gesteinsvarietäten, noch in Gestalt einer Dislocationsfuge. Wohl aber beobachten wir einen Unterschied zwischen oberen und unteren Verrucanoschichten.“

Wäre es bei so bewandten Umständen nicht einfacher, den Verrucano so aufzufassen, wie er sich wirklich präsentirt, nämlich als einfache Lage, die, wie Prof. Heim anführt, nach Nord, d. h. nach der Synklinale, gegen welche sie neigt, an Mächtigkeit zunimmt.

Einen fernerer auffälligen Umstand bildet die Thatsache, dass westlich vom Klausenpasse, wo man an dem Westnordwest ziehenden, also die fragliche Falte quer schneidenden Nordabhang des Schächenthales die schönsten Aufschlüsse über die merkwürdige Nordfalte erwarten sollte, nach Prof. Heim (pag. 174 l. c.) „die Ueberlagerung méhr und méhr den Charakter einer Faltenverwerfung“ annimmt. Das Eocän, welches, wie an sehr vielen anderen Punkten des Gebietes, auch im Schächenthale transgredirend auftritt, berührt nach und nach discordant die verschiedensten Formationen und stösst bei Flüelen unmittelbar schon an Hochgebirgskalk.

Es ist auffallend, dass diese Verwerfung, die auf dem Nordabhang des Schächenthales so deutlich ausgesprochen ist, am Klausenpass auf einmal aufhört, trotzdem Herr Prof. Heim selbst Verhältnisse anführt, die eine solche Verwerfung auch hier wahrscheinlich machen. Derselbe sagt (pag. 173 l. c.): „Die Fortsetzung des Malm, der südlich nahe der (Klausen-) Passhöhe liegt, folgt nördlich erst etwa 300 Meter höher. Dieser Niveau-Unterschied kann auf verschiedenen Ursachen beruhen, namentlich auf Umbiegungen von Nor-

¹⁾ Heim, Stauung und Faltung der Erdrinde, p. 11.

den südlich zur Tiefe, jedenfalls aber darf er nicht durch eine Verwerfung erklärt werden, denn die tieferen Schichten gehen ohne Bruch, wie dies am Abhang zum Urnerboden und an der Balmenwand im Schächenthale sichtbar ist, unter dem Klausen durch.“

Betrachtet man jedoch auf der Karte den Verlauf der discordanten Flyschgrenze am Nordabhang des Schächenthales, die begreiflicher Weise dem Verlaufe des Bruches entsprechen muss, so sieht man, dass dieser Bruch nördlich an der Balmenwand, knapp am Fusse der nördlich vom Klausenpasse aufragenden Bergterrasse vorbeigehen muss, somit die Balmenwand nicht treffen kann. Jenseits des Passes kann er ebensowenig am Urnerboden zu sehen sein, da er hier weiter südlich am Fusse der Glariden etwa durch das Thal des Schreyenbaches gehen müsste. Sonach haben die Einwände, welche Herr Prof. Heim gegen die östliche Fortsetzung des Bruches macht, eigentlich keine Bedeutung.

Wenn man sich nun den Bruch aus der Gegend des Schreyenbaches, wo er mit dem Ende des vom Selbsanft in grossen Falten abwärts ziehenden Hochgebirgskalkes gerade so wie am Klausenpasse gut zusammentrifft, in der Richtung jener Linie, die man in den Bergen östlich von der Linth als die Symmetrielinie der Glarner Doppelfalte bezeichnet, und die hier merkwürdig gut anschliesst, weiter nach Osten bis Ragatz fortgesetzt denkt, dürfte man leicht für die verschiedenen Erscheinungen in den Glarner Bergen, die sich, wie wir gesehen, mit der Theorie einer enormen von Nord her übergelegten Falte kaum vereinigen lassen, eine natürlichere Erklärung finden.

Merkwürdig erscheint bei diesem Bruche auf den ersten Blick nur der Umstand, dass der Nordflügel über den Südflügel gehoben ist. Bei näherer Betrachtung liefert uns hiefür eine Beobachtung, die Herr Prof. Heim über die Verwerfungsspalte im Schächenthale gemacht, ausreichende Aufklärung. Prof. Heim sagt (pag. 174): „Die Berührungsfläche von Eocän und dem Jura fällt steil nördlich ein, so dass das Eocäne den Jurakalk nur wenig unterteufend angelagert ist.“ Die Spaltfläche neigt also nach Nord, und es ist begreiflich, dass bei dem senkrecht zur Alpenkette erfolgenden Horizontaldrucke der Nordflügel über diese schiefe Fläche aufwärts gleiten, sonach gehoben werden musste. Dieser Umstand dürfte besser als mancher andere auch die Erklärung bieten für die Erscheinung, dass die dem Areale der angeblichen Nordfalte entsprechenden Höhen zwischen Linth und Wallenseethal in ein verhältnissmässig hohes Niveau gebracht wurden.

Der Bruch scheint sich übrigens auch am linken Ufer des Reussthalles fortzusetzen¹⁾ und dürfte vielleicht auch jenseits des Rheines noch manche Erscheinung am Südabhange des Rhäticon erklären. Derselbe ist, da er die Wellen quer schneidet, eine Spaltverwerfung im Gegensatze zu jener Ueberschiebung, welche die älteren Ablagerungen am Ostufer des Rheins bei Vaduz, und wie es scheint, auch weiter südlich zeigen und die dem Strichen der Wellen parallel ist, sonach eine Faltenverwerfung vorstellt.

¹⁾ Vergl. Brunner. Ueber Hebungsverhältnisse der Schweizer Alpen. Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellsch. 1851, III. Bd., pag. 554, Taf. 21, Fig. 3.

Wenden wir uns nun der Betrachtung des zweiten Punktes, auf welchem die Annahme der Nordfalte der Glarner Schlinge wesentlich fusst, zu, dass nämlich die ganze Masse der dunklen Thonschiefer unter dem Verrucano- und Lochseitenkalk eocänen Alters sei. Jedem, der die geologische Literatur kennt, sind die Schwierigkeiten bekannt, denen man bei der Altersbestimmung einer in Graubünden und im Glarner Lande sehr verbreiteten und weite Strecken einnehmenden Schieferformation, die unter dem Namen Bündner Schiefer bekannt ist, begegnet. Herr Prof. Theobald, der durch lange Zeit dieser Schieferbildung seine intensivste Aufmerksamkeit gewidmet, hält einen Theil derselben für liasisch¹⁾, macht aber andererseits folgende bezeichnende Aeusserung (pag. 25 l. c.): „Man wird aus dem Folgenden ersehen, dass es sehr verschiedene Schieferbildungen in unserem Gebiete gibt, die sich mineralogisch auffallend gleichen, sich jedoch an den meisten Orten recht gut stratigraphisch trennen lassen, aber gerade auf den Grenzbezirken bei den Schiefen des Hochwang, Prättigau und des Rheinthaales ist dies, trotz aller angewandten Mühe und Zeit, bisher unmöglich gewesen. Fortgesetzte Beobachtungen und vielleicht glückliche Zufälle werden die Sache unstreitig mit der Zeit, wie vieles Andere, erledigen.“

Wie es mit den Argumenten für das Liasalter eines Theiles dieser Schiefer bestellt ist, erhellt aus einer Mittheilung des Herrn Ober-Bergrathes v. Mojsisovics²⁾, der über die im Churer Museum befindlichen Reste aus den Bündner Schiefen sich folgendermassen äussert: „Die angeblichen Belemniten sind langgestreckte, plattgedrückte, ziemlich formlose Stengel aus gewöhnlichem Kalkspath. Aehnliche unbestimmbare Dinge findet man in sandig-schiefrigen Bildungen des verschiedensten Alters, unter anderem auch im eocänen Flysch. Auch die Gryphäen genannten Muscheln lassen kaum eine generische Bestimmung zu.“

Herr Ober-Bergrath v. Mojsisovics zweifelt demgemäss an dem Liasalter der Bündner Schiefer und gibt sich vielmehr Mühe, nachzuweisen, dass der grösste Theil der ausgedehnten Schiefermassen des Prättigau, ähnlich wie jene im Liechtenstein'schen, welche Herr Prof. Theobald auch als Bündner Schiefer anspricht, Flysch seien. Nur fehlen leider auch ihm die für den Beweis unumgänglichen Flyschfossilien.

Aus dem im Vorstehenden Angeführten dürfte man wohl berechtigt sein, den folgenden Schluss zu ziehen. Wenn von zwei ausgezeichneten Forschern, deren jedem man ein Urtheil über alpine Bildungen wohl zumuthen kann, der eine dieselben Bildungen auf Grund von petrographischen Merkmalen für Flysch, der andere für Bündner Schiefer anspricht, so dürften die petrographischen Unterschiede dieser beiden Bildungen wohl keine sehr grossen und die Unterscheidung eine in der That schwierige sein.

Alle dunklen Thonschiefer dieser Gegend für Flysch anzusprechen, geht schon aus dem Grunde nicht an, da nach Prof. Theobald's³⁾

¹⁾ Theobald, Graubünden 1864, pag. 24.

²⁾ v. Mojsisovics, Verh. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1872, pag. 267.

³⁾ Theobald, Beitr. z. Karte d. Schweiz. L. III. 1866. p. 23.

Darstellungen die Ablagerungen vom Typus der Bündner Schiefer in der Schichtenreihe sehr tief abwärts reichen und zum Theil schon mit evidend metamorphischen Schiefeln wechsellagern. Ihrer Altersbestimmung ist sonach in einem speciellen Falle, wo uns die Lagerung im Stiche lässt, ein gewaltiger Spielraum gelassen. Jedenfalls lässt sich recht gut denken, dass es Bildungen vom Typus der Bündner Schiefer geben kann, die älter sind als der Verrucano und der diesen unterlagernde Lochseitenkalk. Andererseits lässt sich bei dem Umstande, dass die Eocänbildungen im ganzen Glarner Gebiete meist discordant auf und an Bildungen von dem verschiedensten Alter liegen, wovon man in dem Werke des Herrn Prof. Heim genug Beispiele findet, leicht denken, dass die in die alten Schiefer vom Typus der Bündner Schiefer eingerissenen Thäler mit solchen transgredirenden Eocänbildungen ausgefüllt wurden, die nun von den alten Schiefeln, zwischen welche sie eingeklemmt erscheinen, sich nur mit der grössten Mühe scheiden lassen, und so leicht zu dem Glauben Veranlassung geben, dass die ganze Masse der dunklen Schiefer eocän sei.

Die merkwürdigen Lagerungsverhältnisse der dunklen Thonschiefer sind solche, die sich nicht gut begreifen lassen, wenn man diese für eocän halten wollte, die aber in dem Falle, als man es mit irgendwelchen alten Schiefeln zu thun hat, sehr leicht ihre Erklärung finden. Die Schiefer bilden nämlich schiefe, eng aneinander gepresste Falten, die nach Nordwest neigen und oben rasirt sind, so dass die Schichten derselben unter der sanft nordwestlich neigenden Verrucano- und Lochseitenkalkdecke discordant abstossen und vorherrschend südöstlich einfallen¹⁾. Diese auffallende Erscheinung sucht man für die Zwecke der Nordfalte durch die Erklärung zurechtzulegen, dass man sich denkt, bei der Ueberschiebung der Nordfalte seien die Köpfe der gepressten Falten abgestossen, gleichsam abgehobelt worden. Trotzdem bleibt aber noch immer die weitere Frage unbeantwortet, warum sich die Falten der Schiefer trotz der gegen Süd gerichteten Bewegung der Nordfalte widerhaarig nach Nordost legen und so der für die Nordalpen allgemein geltenden tektonischen Regel bestens entsprechen.

Wäre es da nicht viel einfacher, zu denken, dass die Schiefer, sowie ihre Faltung und rasirte Oberfläche Erscheinungen älteren Datums sind, als die Ablagerung der Verrucanodecke und des Lochseitenkalkes, welche über diesen alten Schiefeln discordant aufliegend eine einfache Schichtfolge bilden, während die Eocänschiefer nur Einlagerungen in den alten Schiefeln bilden, welche in dem „Chaos“, wie Prof. Heim selbst die tektonischen Verhältnisse der Schiefer (pag. 146 l. c.) nennt, nur schwer herauszufinden sind.

Für die letztere Ansicht scheinen einzelne Beobachtungen Prof. Heim's nicht ohne Bedeutung zu sein, wie z. B. (pag. 153 l. c.), wo es heisst: „Auf der linken Sernfseite zeigen die Schiefer zahlreiche unregelmässige Verkrümmungen und einzelne Partieen stellen sich discordant zu anderen.“ Dessgleichen (pag. 144 l. c.): „Stellenweise ist die Schieferung der Schiefer nicht Schichtung, son-

¹⁾ Vergl. Balzer, Zur Kenntniss der Glarner Schlinge. Neues Jahrb. von Leonh. und Gein. 1876. p. 123. Dessgleichen Heim, Untersuchungen etc. p. 214.

dern Clivage, so dass die Nummulitenkalkbänke quer die Schieferung der Thonschiefer durchschneiden“ etc.

Ein weiterer Umstand, der gegen die Auffassung der ganzen Masse der Thonschiefer als Eocän spricht, sind die verschiedenen eingeklemmten Kreidepartieen. Von diesen nimmt Prof. Heim an (pag. 209 l. c.), dass sie „von unten aus dem durch Eocän verdeckten Muldenschenkel der Doppelfalte aufgestiegen seien“, trotzdem er andererseits zugeben muss (p. 209 l. c.), „dass sie nur einzelne abgequetschte und durch die Eocänbildungen weitergeschleppte Fetzen von Gewölben sind“, oder besser vielleicht, ähnlich wie die Eocänpartieen discordante, zwischen die alten Thonschiefer eingeklemmte Einlagerungen, womit vollkommen die Thatsache stimmt, dass man die Kreidefetzen nur auf den Gräten, aber nicht mehr in den benachbarten Schluchten findet, ein Umstand, der die von Prof. Heim versuchte Erklärung so schlagend als nur möglich widerlegt, denn nach dieser müssten die von unten aufsteigenden Kreidebildungen gerade in den Schluchten am stärksten auftreten.

Wie man sieht, steht es also auch mit dem zweiten Hauptargumente für die Nordfalte der Glarner Schlinge ziemlich bedenklich und der Widerspruch, in welchem die Nordfalte zur Tektonik nicht nur der Nordalpen überhaupt, sondern auch speciell der ganzen nächsten Umgebung steht, findet sonach grosse Gesellschaft bei Betrachtung des Phänomens an sich auch ohne Rücksicht auf die Umgebung.

Zur Vervollständigung des Bildes, welches von den tektonischen Verhältnissen eines Theiles der Nordalpen zu beiden Seiten des Rheinthales im Vorstehenden versucht wurde, erübrigt nur noch die Besprechung der grossen Verwerfung am Rheine selbst, die nach v. Richt-hofen die älteren Formationen, speciell die Trias, durchsetzt. Wie bereits oben bei Besprechung des Rhäticon angeführt wurde, streichen die Wellen im Rhäticon, also in der Nähe der krystallinischen Ecke, um welche das ganze Wellensystem der Nordalpen in einem nach Nord-west convexen Bogen herumschwingt, so ziemlich nordsüdlich, die Wellen weiter nach Westen in grösserer Entfernung von dieser Ecke, nehmen allmählig nordost-südwestliche Richtung an und lenken, noch weiter westlich gegen den Vierwaldstätter See, in die rein ost-westliche Richtung ein, übereinstimmend mit jener im Norden des Klosterthales, so dass die Wellen vom Urner See bis zum Arlberg einen S-förmigen Verlauf haben. Dieses S ist in den Randketten viel flacher als unmittelbar am krystallinischen Kerne, wo dessen beide Convexitäten viel schärfer werden.

Im Rhäticon, also kurz nach der nördlichen Umbiegung in den Mittelschenkel des S sind die Wellen entlang dem Streichen an den Stellen stärkster Krümmung gerissen und schollenförmig übereinandergeschoben¹⁾. Die Verwerfung also, die wir am Westfusse der Dreischwestermasse sehen, ist eine, und zwar die äusserste, von jenen Faltenverwerfungen, welche sich nach dem krystallinischen Gebirge zu im Rhäticon noch mehrfach wiederholen. In Folge dieser Falten-

¹⁾ Vergl. v. Mojsisovics, Beitr. zur topogr. Geologie der Alpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1873, Taf. 6, Prof. 2.

verwerfung erscheinen die Schichten am rechten Rheinufer in höherem Niveau als am linken, und die so entstandene Terrasse bedingt den Lauf des Rheins, wie es scheint, schon von Chur an. Weiter nordwärts gegen den Bodensee sehen wir den Einfluss der älteren Störung auf die Tektonik der jüngeren Kreide- und Tertiärsedimente deutlich als eine Erscheinung von geringerer Intensität in Form einer Depression, welche bis in die Gegend des Bodensees zieht und diesen zum Theil bedingt.

III. Paläontologie.

1. Die Fauna von der oberen Grenze der Berriasschichten, aus dem Mellenthale und vom Canisfluhsattel,

welche, wie oben bereits angeführt, in ihrer Gesamtheit am besten der Fauna der Pictet'schen Zone des *Belemnites latus* entspricht, enthält nur bekannte Formen, die zu keinen eingehenderen Bemerkungen Anlass geben.

2. Fauna des mittleren Neocom vom Breiteberge beim Bade Haslach.

Belemnites pistilliformis Blain.

Nicht selten. Unter anderen Stücken findet sich auch ein Exemplar, welches jenes eigenthümliche Gelenk zeigt, das zur Aufstellung des Genus *Actinocamax* Miller Veranlassung gab. Pictet (Voiros p. 5) meint, dass das Rostrum gerade an der engsten Stelle der Spindel nur zufällig abgebrochen ist, und sich in den Alveolartheil mechanisch hineinbohrt hat, wodurch die conische Zuspitzung entstanden ist. Das Genus *Actinocamax* würde hiernach nur auf einer zufälligen Erscheinung beruhen. An dem vorliegenden Exemplare zeigt sich aber auch der Alveolartheil an der Contactstelle mit dem separirten Rostrum wie conisch zugedrechselt, ohne dass ihm Harttheile gegenüberständen, an denen er sich mechanisch gerieben haben könnte. Es scheinen demnach doch Wachsthumerscheinungen zu sein und nicht blosse Folgen mechanischer Reibung, die wir vor uns haben. Die Alveole ist kurz und öffnet sich rasch.

Belemnites bipartitus Blain.

Ein Exemplar mit den drei charakteristischen Furchen, übereinstimmend mit de Loriol's Abbildung. (Néoc. du Salève pag. 20, pl. 1, Fig. 4).

Belemnites dilatatus Blain.

Ein Exemplar übereinstimmend mit Fig. 22, pl. 2, Terr. cré. I bei d'Orbigny.

Nautilus pseudoelegans d'Orb.

Eine der häufigsten Formen im Mittelneocom vom Breiteberge, gehört zu jener Varietät mit submedianem Siphon, welche für das Niveau

der Mergel von Hauterive charakteristisch ist (vgl. Pictet, St. Croix I, pag. 125).

Lytoceras sequens nov. spec. (Taf. XVIII, Fig. 12 a, b.)

Eine Form aus der Gruppe des *Lytoc. subfimbriatum* d'Orb., welche mit keiner der bisher bekannten cretacischen Arten sich übereinstimmen lässt. Von diesen können beim Vergleiche überhaupt nur zwei in Betracht kommen, nämlich *Lytoc. subfimbriatum* selbst und *Lytoc. quadrisulcatum* d'Orb. Von beiden unterscheidet sich *Lytoc. sequens* durch den verschiedenen Querschnitt und das raschere Anwachsen der Windungen sowohl, als den Bau hauptsächlich des Siphonallobus. Dagegen zeigt *Lytoc. sequens* die auffallendste Uebereinstimmung in der Form mit dem tithonischen *Lytoc. Liebigi* Zitt., und zwar nicht mit der *Var. Strambergensis*, sondern mit der Normalform von Koniakau¹⁾. Bei dieser haben die Windungen so ziemlich denselben Querschnitt und wachsen in demselben Verhältnisse an, wie bei *Lyt. sequens*. Die Schale ist bei der letzteren Art ähnlich wie bei der tithonischen Normalform mit ziemlich entfernt stehenden festonirten Rippchen bedeckt, welche über die Siphonalseite gerade verlaufen und nicht so wie bei der *Var. Strambergensis* nach vorne gezogen sind. Der Kern ist in beiden Fällen glatt. Einen wesentlichen Unterschied bietet dagegen die Lobenlinie, speciell das Verhältniss, in welchem der Siphonallobus zu den beiden grossen Lateralen steht. In der oben citirten Figur des *Lyt. Liebigi* sieht man sehr schön, dass der Siphonallobus bei der Normalform von Koniakau mächtig entwickelt und ebenso lang ist, wie die beiden Laterale. Derselbe füllt den grossen Raum, welchen die gegen den Siphon zu auslaufenden Zacken der beiden Laterale zwischen sich lassen. Bei der *Var. Strambergensis* des *Lyt. Liebigi* (Taf. 11, Fig. 2 l. c.) zeigen die inneren Windungen in Bezug auf die Ausbildung des Siphonals ein ähnliches Verhältniss wie die Normalform von Koniakau (Zittel, l. c. pag. 75), dagegen ist bei den äusseren Windungen der Siphonal stark reducirt. Immerhin bleiben aber auch hier die beiden Laterale noch ziemlich weit von der Siphonallinie entfernt und durch einen breiten freien Raum getrennt. Bei dem vorliegenden *Lyt. sequens* ist dieser durch das Zurückgehen des Siphonallobus frei gewordene Raum von den vordringenden Aesten der beiden Laterale occupirt, so dass diese ganz nahe an die Siphonallinie vorrücken und den Siphonal ganz überwuchern.

In einem noch viel auffallenderen Grade ist dies der Fall bei einem *Lytoceren* derselben Gruppe, welcher sich im oberen Gault von Vorarlberg gefunden hat. Bei diesem stossen die beiden Laterale mit einer ganzen Reihe von Zacken an der Siphonallinie unmittelbar aneinander und schliessen so den Siphonal vollständig ein, ähnlich wie auch z. B. bei dem zur selben Gruppe gehörigen *Lyt. Mahadeva* Stol. aus der Ootatoorgroup der indischen Kreide. Es ist zu bedauern, dass Pictet von der Form, die er als *Amm. subfimbriatus* von Berrias (Mél. pal. II, Taf. 12, Fig. 2) abbildet, und welche auch zur Gruppe des *Lytoc. Liebigi* zu gehören scheint, keine Lobenzeichnung bringt, da diese

¹⁾ Vergl. Zittel, Stramb. Ceph. Taf. 9, Fig. 7.

Form ein durch sein geologisches Alter sehr interessantes Glied in der hier angedeuteten Reihe zu bilden scheint. Die näheren Details der Lobenlinie von *Lytoc. sequens* gibt Fig. 12 b, Taf. XVIII d. A.

Mit der vorliegenden Art ident dürfte eine Form sein, welche Hébert (Bull. soc. géol. Fr. 1870—1871, pag. 462) als *Amm. Liebigi* aus dem Mittelneocom von Allauch citirt.

Phylloceras picturatum d'Orb. sp.

Ein kleines Exemplar von 20 Millimeter Durchmesser, zeigt in dem enggeschlossenen Nabel, dem bauchigen Querschnitte der Windungen, sowie der complicirten Lobenlinie die grösste Uebereinstimmung mit *Phyll. picturatum* d'Orb. (Terr. cré. I, pl. 54).

Der Steinkern ist vollkommen glatt, dagegen zeigt die Schale, wo sie erhalten ist, eine sehr schwache Streifung. Nach Pictet (St. Croix I, pag. 348) ist *Phyll. picturatum* ein Aptfossil, scheint aber nach dem Vorliegenden auch im Mittelneocom nicht zu fehlen.

Haploceras clypeiforme d'Orb. sp.

Ein Exemplar von 200 Millimeter Durchmesser, hat ganz die Gestalt des von d'Orbigny (Terr. cré. I, pl. 42) abgebildeten *Amm. clypeiformis*, flache an den Seiten etwas convexe Umgänge, scharfen Externrand und einen sehr engen, trichterförmigen Nabel. Der letzte Umgang ist vollkommen glatt, dagegen sind die inneren Windungen schwach sichelförmig undulirt und die Schale übereinstimmend sichelförmig fein gestreift. Der Querschnitt der inneren Windungen ist von derselben Gestalt wie bei der letzten Windung. Die Lobenlinie stimmt merkwürdig gut überein mit derjenigen der glatten flachen Varietät von *Amm. Leopoldinus*, wie sie mit Pictet's eigenhändiger Bestimmung in vielen Exemplaren im Genfer Museum liegt, dergleichen mit Exemplaren der gleichen Varietät von Escragnolle, die in der Sammlung der k. k. geolog. Reichsanstalt sich finden. Die Unterschiede der vorliegenden Art von der glatten Varietät des *Amm. Leopoldinus* bestehen nur in dem engeren Nabel und etwas schärferen Externrand, sind also sehr unbedeutend, jedenfalls viel unbedeutender, als der Unterschied zwischen der glatten und der geknoteten Varietät des *Amm. Leopoldinus*. Die vorliegende Form zu *Amm. Leopoldinus* rechnen kann man, abgesehen von dem sehr engen Nabel und scharfen Externrand, schon wegen der inneren Windungen nicht. Diese sollen nach Pictet auch bei den glatten Formen von *Amm. Leopoldinus* immer der geknoteten Varietät der Art entsprechen.

Wenn man in den Schweizer Museen die vielgestaltigen Formen sieht, die alle mit der Bestimmung *Amm. Leopoldinus* versehen sind, und wenn man die beiden Extreme dieser Art betrachtet, von denen das eine dem reich verzierten, weit genabelten *Amm. radiatus* sehr nahe steht, das andere von der flach scheibenförmigen, glatten, stark involuten Form des *Amm. clypeiformis* nur durch ganz untergeordnete Merkmale sich unterscheidet, so muss man staunen über den Umfang, den man der Species *Amm. Leopoldinus* einräumt, wo man doch bei anderen Arten so ängstlich scheidet. Eine Untersuchung der Uebergänge wäre jedenfalls eine sehr interessante und dankenswerthe Arbeit.

Bemerken will ich noch, dass die Form von Salève, die de Loriol (Salève, pag. 24, Observ.) noch zu *Amm. Leopoldinus* rechnet, ähnlich wie die vorliegende vom Breiteberge enggenabelt und scharf gekielt ist.

Haploceras ligatum d'Orb. sp.

Ein einziges Exemplar einer enggenabelten, flachen Form mit zehn radialen, wulstförmigen Rippen auf dem letzten Umgang, zwischen welchen sich Spuren einer feineren Streifung bemerken lassen. Die Nabelkante ist, wie dies für *Hapl. ligatum* charakteristisch, deutlich undulirt. Wie Prof. Pictet angibt (St. Croix I, pag. 359) ist die Form für das Neocom mit alpiner Facies sehr charakteristisch. Am Breiteberge findet sie sich jedoch in Gesellschaft einer Fauna mit evident jurassischem Habitus.

Haploceras Grasianum d'Orb. sp.

Die Form vom Breiteberge ist etwas evoluter als die von d'Orbigny (Terr. cré. I, pl. 44) abgebildete und damit übereinstimmend die Umgänge etwas niedriger und dicker. Die Lobenlinie stimmt genau.

Haploceras cf. latidorsatum Mich. sp.

Zwei Bruchstücke einer stark involuten Form vom Aussehen des *Hapl. latidorsatum*, wie sie d'Orbigny (Terr. cré. I, pl. 80) abbildet. Die Lobenzeichnung unterscheidet sich von der Fig. 5 (l. c. bei d'Orb.) gegebenen nur dadurch, dass die Sättel etwas freier sind, d. h. die einzelnen Zacken der Loben nicht so tief in den Sattelraum hineinragen. Sonst stimmt die Lobenlinie in ihren einzelnen Theilen gut mit der citirten Figur überein.

Schloenbachia cultrata d'Orb. sp.

Die Form hat mehr Aehnlichkeit mit der Abbildung de Loriol's (Néoc. du Salève pl. I, Fig. 5) als mit jener d'Orbigny's (Terr. cré. I, pl. 46, Fig. 1, 2) dadurch, dass die breiten, dicken Rippen gegen die Nabelkante hin an Stärke abnehmen und sich allmähig verflachen, während bei dem Exemplare, das d'Orbigny abbildet, im Gegentheile die Rippen gegen die Nabelkante hin anschwellen und schärfer vortreten. Die wenig verzweigte, ceratitenartige Lobenzeichnung, welche weder de Loriol noch d'Orbigny angibt, ist an unserem Exemplare sehr schön sichtbar und zeigt die auffallendste Aehnlichkeit mit der Lobenlinie, wie sie d'Orbigny von *Schloen. Fleuriausiana* (Terr. cré. I, pl. 107, Fig. 3) zeichnet, nur ist der erste Lateral etwas länger, gleich lang mit dem Siphonal.

Perisphinctes radiatus Brug. sp.

Stimmt in jeder Beziehung mit mehreren vorliegenden Exemplaren aus den Hauterive mergeln.

Perisphinctes cf. Leopoldinus d'Orb. sp.

Ein Jugendexemplar von 40 Millimeter Durchmesser, welches auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit zeigt mit *Hoplites Castellensis d'Orb.*, sich aber von diesem durch zwei starke Knotenreihen am

Externrande, mit denen die Rippen endigen, sowie durch starke, kno-
tige Anschwellungen an der Nabelkante, mit denen einzelne starke
Rippen anfangen, deutlich unterscheidet. Die Form hat die meiste
Aehnlichkeit mit Jugendexemplaren der stark verzierten Varietät von
Amm. Leopoldinus, dem auch die Lobenlinie, soweit sie sich verfolgen
lässt, gut entspricht.

Olcostephanus Astierianus d'Orb. sp.

Die Formen vom Breiteberge gehören zu der dicken, kuge-
ligen Varietät mit beinahe halbmondförmiger Mündung, engem Nabel
und feiner Rippung.

Hoplites Castellanensis d'Orb. sp.

Ist auf Breiteberg nicht selten und stimmt in jeder Beziehung
mit den Abbildungen d'Orbigny's (Terr. cré. I, pl. 25, Fig. 3, 4).
Die Lobenlinie, die bisher meines Wissens nirgends gezeichnet ist, ist
sehr einfach, an Ceratitenloben erinnernd und jener der *Schloenbachien*
sehr ähnlich, sowohl durch die breiten Sättel, als auch die auffallende
Reduction des zweiten Laterals.

Hoplites vicarius nov. sp. (Taf. XIX, Fig. 1 a. b.)

Bei einem Durchmesser von 106 Millimeter

Höhe des letzten Umgangs . . .	41	„
Dicke „ „ . . .	29	„
Nabelweite „ . . .	34	„

Eine ziemlich evolute Hoplitenform, welche zu den häufigsten
Fossilien unter der Fauna vom Breiteberge gehört, denn es liegen
14 Exemplare von verschiedenen Altersstadien, meist im Steinkerne,
vor. Besonders die erwachsenen Exemplare machen es sehr wahrschein-
lich, dass wir es hier mit einer Form zu thun haben, welche mit einer
von Herrn de Loriol (Salève, pag. 26, pl. II, Fig. 3) beschriebenen
ident ist, und, wie es scheint, überhaupt ident ist mit jenen Formen,
die man aus mittelnocomen Ablagerungen mit jurassischem Typus
unter der Bestimmung *Amm. cryptoceras* bisher bekannt gemacht hat.

Gegenüber diesen Formen weist die ursprünglich von d'Orbigny
als *Amm. cryptoceras* beschriebene Art sehr wesentliche Unterschiede
auf, sowohl in der Verzierung, als auch im Querschnitte der Windun-
gen, sowie auch in der Lobenzeichnung, so dass die Vereinigung der
erwähnten Form mit *Amm. cryptoceras d'Orb.* kaum gerechtfertigt erscheint.

Am besten können zum Vergleiche die Figuren d'Orbigny's
(Terr. cré. pl. 24, Fig. 1, 2) und de Loriol's (Salève, pl. 2, Fig. 3)
dienen, da beide nach Exemplaren von so ziemlich gleicher Grösse auf
die Hälfte reducirt sind. Bei der Vergleichung fällt vor Allem die
grosse Verschiedenheit im Querschnitte der Windungen auf. Während
bei dem echten *A. cryptoceras* die Mündung sehr hoch und schmal,
die Flanken sehr flach, der Rücken eben und scharf abgestutzt ist,
nähert sich die bei weitem niedrigere Mündung der Form von Salève
mehr einem Oval, die Flanken sind etwas convex, der Rücken gerundet.
Die Rippen sind bei dem echten *A. cryptoceras*, selbst bei ziemlich
erwachsenen Exemplaren, wie das von d'Orbigny gezeichnete, viel

zahlreicher, sämtlich sichelförmig geschwungen, und zeigen diejenigen, welche die letzte Windung zieren, nur wenig Unterschied im Vergleich zu denen der inneren Windungen. Dieser Unterschied wird jedoch sehr auffallend bei der Form von Salève, bei welcher die letzte Windung von weit auseinanderstehenden, groben, sehr flachen, radial gestellten, geraden Rippen bedeckt ist. Die inneren Windungen, ebenso wie die Lobenlinie, beschreibt de Loriol leider nicht und es dürfte daher die Fig. 1, Taf. XIX d. A. zur Vervollständigung des Bildes der Art wesentlich beitragen. Dieselbe ist nach einem gut erhaltenen Schalenexemplare in natürlicher Grösse gezeichnet. Die abgebrochene äussere Windung, welche mit der citirten Figur de Loriol's vollkommen übereinstimmt, wurde nicht mitgezeichnet. Die Rippen, welche an der äussersten Windung radial verlaufen, machen nach und nach an den inneren Windungen eine deutliche Sichelwendung und sind von zweierlei Art. Die einen entspringen mit einem stark vortretenden Knoten am Nabelrande und setzen in gleicher Stärke bis an den Externrand fort. Ihnen ohne scharf ausgeprägte Regel sind kürzere Rippen interpolirt, welche meist in der Mitte der Flanken beginnen und allmählig gegen den Externrand anschwellen. Beide Arten von Rippen sind am Externrande mit je einem rundlichen, scharf vortretenden Knötchen geziert, welches auch an dem Steinkerne in der Regel sichtbar ist. An der Externseite verflachen sich die Rippen vollständig und lassen sich nur bei Schalenexemplaren in der Anwachsstreifung gut verfolgen, während sie bei Steinkernen an der Siphonallinie deutlich unterbrochen sind. Parallel den Rippen zeigt die Schale eine feine Streifung.

Die Lobenzeichnung der vorliegenden Form (Taf. XIX, Fig. 1 b) weicht sehr wesentlich von der des echten *Amm. cryptoceras*, wie sie d'Orbigny (Terr. cré. pl. 24) zeichnet, ab. Bei dieser sind die Loben plump, massig und nur wenig verästelt, wogegen sie bei der vorliegenden Form schlank und fein verästelt sind. Wie dies für die Gattung *Hoplites* charakteristisch, ist der zweite Lateral frei und der Nathlobus in eine Anzahl Auxiliaren aufgelöst, die horizontal gestellt sind.

Hoplites sp.

Der vorhergehenden Art nahe verwandt, findet sich unter den mittelneocomen Formen vom Breiteberge eine zweite Ammonitenart, von welcher jedoch nur einige Bruchstücke vorliegen, die zu einer Charakteristik nicht ausreichen. Die Form ist noch etwas evoluter als die vorhergehende und die Windungen fast eben so breit als hoch. Die Rippen sind selbst in einem vorgeschrittenen Altersstadium noch immer sichelförmig geschwungen und etwas zahlreicher, sonst aber in derselben Art ausgebildet wie bei der vorhergehenden Species. Auch die Lobenlinie (Fig. 2, Taf. XIX d. A.) zeigt viel Aehnlichkeit, doch ist der Lobenkörper, insbesondere des ersten Laterals viel plumper, überhaupt die Lobenzeichnung weniger zart und zierlich, als bei der vorhergehenden Art.

Pleurotomaria Lemani de Lor.

Stimmt sehr gut mit der von de Loriol (Salève, pl. III, Fig. 9 a bis c) abgebildeten Art. Die Schale, welche Herr de Loriol nicht

kennt, ist theilweise erhalten und zeigt eine feine Längsstreifung, welche von Zuwachsstreifen durchsetzt wird, die gegen das in der Mitte der Umgänge situirte, unter den übrigen Längsstreifen stärker vortretende Sinusband einen stumpfen Winkel bilden. Gegen die Spitze der Spira werden die Querstreifen fast ebenso stark wie die Längsstreifen, wodurch die Schale eine gegitterte Zeichnung erhält. Gegen die Nähte hin wird die Schale am dicksten, so dass beim beschalteten Exemplar die Umgänge etwas concav erscheinen, während sie am Steinkerne plan sind.

Pleurotomaria pseudoelegans Pict. et Camp.

Die Kerne stimmen mit der Zeichnung Pictet's (St. Croix, II, pl. 79, Fig. 3). Die Schale, soweit sie erhalten ist, zeigt eine der vorhergehenden Art sehr ähnliche Zeichnung. An der Unterseite der Windungen scheint sie glatt zu sein.

Pleurotomaria Phidias d'Orb.

Grosse Steinkerne im Querschnitt und Zahl der Windungen sowohl, als der charakteristischen Nabelbildung mit de Lorio's Angaben (Salève, pag. 41, pl. V, Fig. 1) übereinstimmend.

Pleurotomaria Favrina de Lor.

Einige Steinkerne mit dem charakteristischen Querschnitte der Windungen und der Nabelbildung der genannten Art. Die Schale, so weit sie erhalten, ist einfach längsgestreift, das etwas vortretende schmale Sinusband in der Mitte der Umgänge situirt.

Pleurotomaria neocomiensis d'Orb.

Die vorliegenden Exemplare sind ein wenig steiler als die bei d'Orbigny (Terr. cré. II, pl. 188, Fig. 8—12) abgebildete Form, stimmen aber im Querschnitte der Windungen und auch in der Zeichnung der Schale, soweit diese erhalten ist, gut mit der genannten Art.

Natica Hugardiana d'Orb.

Ein Steinkern von noch etwas grösseren Dimensionen als das bei d'Orbigny (Terr. cré. II, pl. 171, Fig. 2) abgebildete Exemplar, unterscheidet sich von diesem nur durch eine etwas steilere Spira, was bei einer gerade in diesem Merkmale so veränderlichen Form wie *Natica* kaum auffallen kann.

Pterocera pelagi d'Orb.

Zwei Steinkerne stimmen in jeder Beziehung mit einem vorliegenden Exemplare der genannten Art von La Presta.

Columbellina maxima de Lor.

Zwei Steinkerne stimmen vollständig mit der Abbildung de Lorio's (Salève, pl. V, Fig. 2—4). Ein Stück erhaltener Schale zeigt, dass diese der Länge nach fein gestreift ist und der Knotenreihe des Steinkernes ein scharfer Kiel entspricht. Die Knoten selbst erscheinen auf der Schale als längliche Rippen, die an der Naht nur schwach, gegen den Kiel aber sehr stark hervortreten.

Aporrhais Emerici Pict. et Camp.

Der glatte Steinkern einer gethürmten Form stimmt sehr gut mit der Abbildung d'Orbigny's (Terr. crét. II, pl. 216, Fig. 2).

Pseudomelania Germani Pict. et Camp.

Eine grössere Anzahl von Exemplaren, stimmen im Steinkern mit der Abbildung und Beschreibung Pictet's (St. Croix, II, pag. 269, pl. 70, Fig. 6—8). Die Schale, welche Pictet nicht kennt, ist glatt und zeigt nur eine deutliche Anwachsstreifung. In der Mitte der Umgänge ist sie am schwächsten und schwillt nach den Nähten hin wulstartig an.

Cardium subhylanum Leym.

Vier Steinkerne dieser Art stimmen mit den Angaben de Loriol's (Salève, pag. 81, pl. X, Fig. 4) und Pictet's (St. Croix III, p. 256, pl. 121, Fig. 4.)

Cyprina Marcousana de Lor.

Zwei Steinkerne stimmen mit solchen von Salève (de Loriol, Salève, p. 77, pl. IX, Fig. 9—10).

Myoconcha Sabaudiana de Lor.

Der sehr charakteristische Steinkern zeigt in der Form, sowie in Beschaffenheit und Lage des Muskeleindruckes die von de Loriol (Salève, p. 91, pl. IX, Fig. 10) angegebenen Charaktere. Die Schale, nur theilweise erhalten, ist glatt und zeigt nur die contrentische Anwachsstreifung.

Arca Robinaldina d'Orb.

Ein Schalenexemplar, vollkommen übereinstimmend mit der Beschreibung und Zeichnung d'Orbigny's (Terr. crét. III, p. 208, pl. 310, Fig. 11 und 12).

Arca Dubisiensis Pict. et Camp.

Ein Exemplar mit theilweise erhaltener Schale, entspricht der genannten Art, wie sie Pictet (St. Croix III, p. 434, pl. 130, Fig. 7) abbildet und beschreibt.

Avicula Cornueliana d'Orb.

Eine obere und eine untere Valve, die erstere nur zum Theile noch mit Schale, die letztere gut erhalten, stimmt mit den Angaben Pictet's (St. Croix IV, p. 66, pl. 152, Fig. 4).

Isoarca neocomiensis nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 11 a).

Leider nur im Steinkern erhaltene Exemplare, so dass man die Schlossbildung nicht mehr beobachten kann. In Gestalt und Bau des auffallend vortretenden Wirbels stimmt die Form mit *Isoarca Agassizi Pict. et Roux*, wie sie sich im Gault von Vorarlberg findet. Ein Unterschied macht sich nur in Bezug auf die Entwicklung des Analtheiles geltend, der bei der vorliegenden Form viel länger ist, daher die ganze Gestalt mehr in die Länge gezogen erscheint. Die Schale ist nur auf dem Analtheile des gezeichneten Exemplars erhalten und zeigt eine feine concentrische Streifung, die von einer nur unter der Loupe sicht-

baren Radialstreifung durchsetzt wird, so dass die Schale eine gegitterte Zeichnung zeigt.

Lima capillaris Pict. et Camp.

Vier Exemplare lassen sich nach ihrer Form und der äusserst zierlichen feinen Streifung der Schale nur zu der genannten Art stellen, wiewohl dieselbe bisher nur aus Urgonablagerungen bekannt ist. Die Streifung bei der nächstverwandten *Lima neocomiensis* d'Orb. ist viel gröber.

Lima pseudoproboscidea de Lor.

Diese ursprünglich als *Lima Picteti* de Lor. (Néoc. du Saléve, p. 96, pl. XII, Fig. 1—3) beschriebene schöne Art findet sich nicht selten am Breiteberge. Es liegen Reste von sieben Individuen vor, darunter eine vollständige rechte und linke Klappe. Die Schale, die nur theilweise erhalten ist, zeigt eine stark ausgeprägte Anwachsstreifung und Stachelbildung auf den groben Rippen.

Janira neocomiensis d'Orb.

Eine kleine Form, die im Steinkerne viel Ähnlichkeit mit *Janira atava* d'Orb. zeigt, indem die flachen Zwischenräume, welche die einzelnen groben Rippen trennen, mit 3—4 feinen radialen Streifen bedeckt sind. Ein Stück erhaltener Schale zeigt aber, dass diese Streifen an der Oberfläche nicht vorhanden sind, die Schale vielmehr glatt über die Zwischenräume der Rippen hinweggeht, und nur mit feinen Anwachsstreifen verziert ist, wie es für *Janira neocomiensis* charakteristisch ist.

Pecten Cottaldinus d'Orb.

Eine linke Valve dieser Art zeigt die sehr charakteristische feine Verzierung, bestehend in einzelnen, etwa einen halben Millimeter entfernten, scharf eingeschnittenen, concentrischen Linien. Die Zwischenräume sind nicht glatt, sondern von noch viel feineren, nur unter der Loupe sichtbaren concentrischen Linien bedeckt. Ausserdem findet sich eine ebenfalls nur unter der Loupe sichtbare feine Radialstreifung. Umriss und Bau der Ohren stimmen mit der Abbildung d'Orbigny's (Terr. cré. III, pl. 431, Fig. 7—9).

Pecten Carteronianus d'Orb.

Findet sich nicht selten am Breiteberge, und zwar mit denselben Eigenschaften, wie auf Saléve (de Loriol, Saléve, pag. 100, pl. XIII, Fig. 9—10).

Mytilus Cuvieri Math.

Ein kleiner *Mytilus* von 22 Millimeter Länge, stimmt in Form und Verzierung der Schale mit der Art, welche d'Orbigny (Terr. cré. III, p. 266, pl. 337, Fig. 7—9) unter der Bezeichnung *Myt. lineatus* d'Orb. beschreibt. Da die Bezeichnung *lineatus* von Gmelin für eine lebende Species vergriffen ist, wählt Pictet (St. Croix III, p. 491) den Matheron'schen Namen *Myt. Cuvieri* für diese Art, die vom Mittelneocom bis ins Cenoman vorkommt.

Hinnites Leymerii Desh.

Zwei Bruchstücke, welche die charakteristische Verzierung der freien Schale von *Hin. Leymerii* zeigen, wie sie Pictet (St. Croix IV, pl. 175, Fig. 1) zeichnet.

Spondylus Roemeri Desh.

Nicht selten, doch immer nur im Steinkerne. Die Stücke entsprechen durch ihre feine, wellige Radialstreifung am besten jener Figur, welche Deshayes (in Leymerie, Terr. cré. de l'Aube, Mém. soc. géol. Fr. 1842, T. 5, p. 10, pl. 6, Fig. 8) als typisch für die Art anführt.

Terebratula Salevensis de Lor.

Unter den vorliegenden Exemplaren lässt sich sowohl die breitere, rautenförmige, wie auch die schmale, langgestreckte Varietät (de Loriol, Salève, Taf. 15, Fig. 4) gut erkennen.

Waldheimia tamarindus Sow.

Die Form vom Breiteberge stimmt auf das Genaueste mit der Beschreibung und den Abbildungen d'Orbigny's (Terr. cré. IV, p. 72, pl. 505, Fig. 1—10) in Bezug auf den fünfeckigen Umriss, die auffallende Verdickung der Pallealregion und Bildung des Schnabels, dagegen weniger mit der Beschreibung derselben Art bei Pictet (St. Croix V, p. 98, pl. 204, Fig. 1—3).

Waldheimia semistriata Defr.

Ein einzelnes Exemplar stimmt sehr gut mit den Abbildungen, welche Pictet (St. Croix V, p. 110, pl. 206, Fig. 1—5) nach Exemplaren von St. Croix zeichnet.

Waldheimia hippopus Röm.

Stimmt sehr gut mit der gleichnamigen Hilsform (Römer, Nordd. Kreide, Taf. XVI, Fig. 28).

Terebratulina sp.

Eine kleine, fein radial gestreifte Form, in Gestalt der lebenden *Terebratulina caput serpentis* sehr ähnlich.

Terebratella oblonga d'Orb.

Die Stücke vom Breiteberge sind, ähnlich wie diejenigen von Salève, welche de Loriol (Salève, p. 125, pl. 15, Fig. 22) beschreibt, oder wie auch die bei d'Orbigny (Terr. cré. IV, pl. 515, Fig. 11—14) als variété renflé et courte abgebildete Form, dadurch ausgezeichnet, dass die Unterschale ziemlich stark gewölbt ist, wodurch die Form etwas bauchiger wird, als die gleiche Art aus dem Hils. Dichotome Rippen, wie sie Davidson bei den englischen Formen dieser Art zeichnet, finden sich nicht.

Rhynchonella multiformis Röm.

Unter den vorhandenen sieben Exemplaren stimmen sechs in jeder Beziehung mit solchen aus dem Hils von Schöppenstedt. Eines dagegen, welches sich durch seine Grösse und noch mehr durch seine starke Berippung von den übrigen unterscheidet, stimmt mit der Form,

welche d'Orbigny als *Rhyn. depressa* (Terr. crét. IV, p. 18, pl. 491, Fig. 1—6) beschreibt und abbildet, die aber von Herrn de Loriol, der sich mit dieser Formengruppe eingehender beschäftigt hat (Néoc. m. du Salève. p. 113) auch zu *Rhyn. multiformis* gerechnet wird.

Argiope sp.

Eine kleine Form von rhomboïdaler Gesamtgestalt, 10 Millimeter lang, 15 Millimeter breit. Die grosse Valve, etwas gewölbter als die kleine, endigt in einen kurzen, dicken Schnabel, der durch das grosse Foramen wie abgestutzt erscheint. Das Deltidium ist durch die kleine Valve verdeckt. Die grosse Valve ist mit sechs breiten, gerundeten, radialen Rippen verziert, während die kleine nur fünf solche zeigt, die den Vertiefungen in der grossen entsprechen, so dass die Commissur eine regelmässige Zickzacklinie bildet. Die Schale ist nur theilweise erhalten, sehr dick und mit unregelmässigen concentrischen Anwachsstreifen bedeckt,

Cidaris punctatissima Agass.

Ein keulenförmiger Stachel mit gerundeter Spitze, verziert mit runden Knötchen, die ziemlich regelmässig linear angeordnet sind und gegen den kurzen Hals hin an Grösse bis zum Verschwinden abnehmen. Der Gelenkkopf ist sehr schwach entwickelt; der Ring, welcher ihn von dem kurzen, dicken Halstheile scheidet, kaum vortretend. Die Uebereinstimmung mit de Loriol's Beschreibung und Abbildung (Salève, p. 179, pl. 20, Fig. 9) ist vollkommen.

Pyrina pygea Desor.

Drei Exemplare dieser Art stimmen mit de Loriol's Angaben (Echin. terr. crét. p. 204, pl. 14, Fig. 15—18).

Pyrina incisa d'Orb.

Zwei Exemplare, durch die Lage und Form des Periproctes von der vorhergehenden Art verschieden (Loriol, Echinides, p. 201. pl. 14, Fig. 11—14).

Collyrites ovulum d'Orb.

Ein kleines Exemplar, entspricht in jeder Richtung der Beschreibung de Loriol's (Echin., p. 297, pl. 32, Fig. 7—10).

Holcotypus macropygus Desor.

Unter acht Exemplaren stimmen drei sehr gut mit der Beschreibung de Loriol's (Echinides, p. 174, pl. 12, Fig. 9—12). Die übrigen nähern sich dadurch, dass die Interambulacralräume reifartig vortreten, der nächstverwandten Gruppe der *Discoideen*.

Echinospatagus cordiformis Breyn.

Die drei vorliegenden Exemplare gehören zu jener breiten Varietät mit beinahe central liegender Madreporenplatte und starker Einbuchtung an der Vorderseite, die man hie und da als *Toxaster Sentsianus* citirt findet, die aber nach de Loriol (Echinides, p. 346) noch zu *Ech. cordiformis* zu ziehen ist.

3. Fauna des unteren Urgon aus der Austerbank von Klien.

Venus obesa d'Orb.

Ein Steinkern, übereinstimmend mit Pictet's Beschreibung (St. Croix, III, p. 176, pl. 111, Fig. 4).

Lima Tombeckiana d'Orb.

Ist in der Austerbank nur selten und unterscheidet sich von der gleichen Art, welche in den festen Urgonkalken ziemlich häufig ist, durch eine grössere Anzahl von Rippen (16—18) in der Mitte der Schale, während die Kalkform nur 10—12 zeigt.

Lima Royeriana d'Orb.

Ziemlich selten, zeigt gegen 26 grobe Radialrippen, die auf der vorderen Schalenhälfte kantig, auf der hinteren dagegen gerundet sind, wie dies Pictet (St. Croix, IV, p. 142, pl. 164, Fig. 4) angibt.

Lima Orbignyana Math.

Diese zierliche Form findet sich bei Klien nicht selten und besitzt alle Charaktere, wie sie Pictet (St. Croix, IV, p. 126, pl. 161, Fig. 4) anführt.

Pecten Robinaldinus d'Orb.

Die Exemplare von Klien stimmen mit dem Typus Nr. 3 Pictet's (St. Croix, IV, p. 190, pl. 170, Fig. 4), mit vielen Rippen und schmalen Intervallen, welcher für das untere Urgon charakteristisch ist und von Deshayes als *Pect. interstriatus* beschrieben wurde (Leymerie, Mém. soc. géol. Fr. 1842, Tom. V, p. 10, pl. 13, Fig. 1).

Ostrea rectangularis Röm.

Setzt die ca. 2 Meter mächtige Bank bei Klien fast ausschliesslich zusammen. Die Schalen sind aber so dicht durcheinandergewachsen, dass es schwer hält, ein vollständiges Exemplar zu erhalten. Die Form stimmt mit jenem Typus, welchen Pictet (St. Croix, IV, p. 277, pl. 184, Fig. 1) als für das Néoc. moyen charakteristisch anführt, und nicht mit der *Var. crebricosta*, welche für Valangien und Urgon charakteristisch sein soll, wiewohl die Austerbank von Klien sehr hoch in den Kalken des unteren Urgon, schon nahe unter den Caprotinenlagen sich findet. Etwas, was für die Beurtheilung der Sache vielleicht nicht unwesentlich scheinen könnte, ist der Umstand, dass wir es in der Bank von Klien mit einer Mergellage zu thun haben, gerade so, wie auch die typische Form im Juragebiete aus mergeligen Ablagerungen stammt. Aber auch die häufig, wenn auch immer nur vereinzelt im festen Urgonkalke vorkommenden Exemplare entsprechen dem Typus und nicht der *Var. crebricosta*, so dass die Form der Schale sich von dem Medium unabhängig zeigt. Immerhin sind die Exemplare aus dem festen Kalke stets etwas kleiner, also gewissermassen verkümmert.

Ostrea Minos Coq.

Eine dickschalige, grobgerippte Form, übereinstimmend mit der Beschreibung Pictet's (St. Croix, IV, pl. 185, p. 278), findet sich nur selten.

Terebratula acuta Quenst.

Kommt in grosser Menge bei Klien vor, und zwar ist die breite, stark gefaltete Varietät, wie sie z. B. Loriol (Néoc. du Salève, pl. 15, Fig. 3) zeichnet, die überwiegende. Die Schale ist glatt und zeigt nur Anwachsstreifung.

Terebratula Russillensis de Lor.

Die Mehrzahl der Exemplare entspricht in Gestalt der Form von Landeron, wie sie de Loriol (Urg. inf. de Landeron pl. IV, Fig. 1) abbildet. Die Schale, wo sie erhalten ist, zeigt die von de Loriol angegebene feine Radialstreifung.

Terebratula Essertensis Pict.

Ist verhältnissmässig seltener und stimmt gut mit der Beschreibung Pictet's (St. Croix, V, pag. 64, pl. 201, Fig. 7).

Waldheimia tamarindus Sow.

Kommt den Formen von Landeron am nächsten, wie sie de Loriol (Urg. inf. de Landeron pl. II, Fig. 9—11) abbildet. Einzelne Exemplare sind dick, beinahe kugelig, und nähern sich dann dem Typus, welchen Pictet als *Waldheimia globus* ausscheidet (St. Croix, V, pag. 99).

Rhynchonella irregularis Pict.

Eine der weniger häufigen Arten in der Austernbank von Klien und die einzige, welche auch höher in die Caprotinenbänke aufsteigt. Die Exemplare sind durchwegs sehr gross, leider aber meist verdrückt, so dass man die kugelig aufgeblasene Gestalt nur selten intact sieht. Wo die Oberfläche der Schale unversehrt ist, zeigt diese eine sehr zierliche Streifung quer auf die Rippen. Auf den Steinkernen sieht man nicht selten eine sehr schöne Aderung, etwa wie bei *Terebratula diphya*.

Rhynchonella lata d'Orb.

Neben *Tereb. acuta*, der häufigste Brachiopode in der Kliener Austernbank. In der Gestalt ziemlich variabel, finden sich von den vier Typen, welche Pictet (St. Croix, V, p. 23) unterscheidet, hauptsächlich 1 und 2 vertreten.

Echinospatagus Ricordeanus Cott.

Drei Exemplare, die sich von *Echinospat. cordiformis Breyn.*, dem sie auf den ersten Blick sehr ähnlich sehen, dadurch unterscheiden, dass die Oberseite gleichmässiger gewölbt und die Furche an der Vorderseite seichter ist, sowie dass die Ambulacralfelder schmaler sind und ihr Scheitel mehr central liegt. Die Stücke zeigen also dieselben Abweichungen, welche *Echinosp. Ricordeanus Cott.* dem *Echinosp. cordiformis Breyn.* gegenüber auszeichnet (Vergl. de Loriol, Echinides des terr. crét. p. 348).

Phyllobrissus neocomiensis Désor.

Stimmt vollständig mit der Beschreibung de Loriol's (Echin. des terr. cré., p. 241, pl. 19, Fig. 2—3).

Botriopygus Campicheanus d'Orb.

Die Ambulacralfelder sind bei den Stücken von Klien zwar ziemlich breit, so dass man nach Désor die Art eher *Botr. Morlotti* nennen könnte. Indessen scheint der Unterschied, wie ihn Désor zwischen diesen beiden Arten macht, so gering zu sein, dass eine Trennung kaum gerechtfertigt erscheint und man daher Grund hat, dem älteren Namen d'Orbigny's sein Recht widerfahren zu lassen.

Reptomulticava tuberosa d'Orb.

Colonien von unregelmässiger Gestalt mit höckeriger Oberfläche, welche gleichmässig mit ziemlich weit entfernten runden Poren bedeckt ist. Bei günstiger Beleuchtung sieht man unter der Loupe eine Art concentrische Anwachsstreifung, die nach Art einer Ringwelle von einem Punkte ausgeht und quer über alle Höcker hinwegsetzt.

Reptomulticava micropora d'Orb.

Colonien von kugelig oder keulenförmiger Gestalt mit enge aneinanderliegenden, zugerundet sechseckigen Poren.

Radiopora heteropora d'Orb.

In jeder Beziehung übereinstimmend mit dem Exemplare von Salève, welches de Loriol (Néoc. du Salève, p. 143, pl. 18, Fig. 3) beschreibt.

Berenicea polystoma Röm.

Eine runde Colonie von länglichen, röhrenförmigen, radial angeordneten Zellen, eine dünne Kruste auf der Oberfläche anderer Fossilreste bildend.

Siphonocaelia neocomiensis de From.

Einer der häufigeren Fossilreste in der Kliener Austernbank. Ausser Stücken, welche mit dem Typus der *Siphonoc. neocomiensis* stimmen, finden sich auch solche, die man als *Siphonoc. oblonga* de Lor. und *Siphonoc. excavata* Röm. bestimmen kann, wenn man nach einem so variablen Merkmale, wie es die Totalgestalt der Siphonocaelien ist, Artunterschiede machen will. Jedenfalls lassen sich unter den vorliegenden Stücken den drei Figuren de Loriol's (Néoc. du Salève pl. 20, Fig. 18—20) entsprechende Exemplare finden.

4. Fauna des späthigen, unteren Urgonkalkes von Bezeck.

Nerinea Essertensis Pict. et Camp.

Eine kleine *Nerinea*, ziemlich selten, zeigt die Charaktere der genannten Art, wie sie Pictet (St. Croix, II., p. 242, pl. 69, Fig. 1) angibt. Es finden sich sowohl Stücke mit ebenen Windungen, als auch solche mit in der Mitte vertieften Umgängen entsprechend der Abbildung Loriol's (Urg. v. Salève in Favres Savoyen, pl. C, Fig. 4).

Cylindrites cretaceus nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 2 und 3.)

Das Genus *Cylindrites* bildet eine Unterabtheilung der Familie der Actaeoniden und wurde von Morris und Lycett (Moll. from the Great Oolith Pt. I. Paleont. Soc. 1850, p. 97) für eine Gruppe von Formen aufgestellt, welche sich durch Mangel jeglicher Schalenverzierung, cylindrische Gestalt, enge, beinahe umschliessende Umgänge, einen scharfen Mundrand, lineare Mundöffnung, und eine mit einer starken Falte versehene, an der Basis nach auswärts gerichtete Spindel von den echten Actaeonen deutlich unterscheiden, zu denen sie ursprünglich von Sowerby gestellt erscheinen.

Aus Kreidebildungen sind bisher Formen von *Cylindrites* nicht bekannt. Es ist daher von umsomehr Interesse in den oolithischen Kalken des unteren Urgon von Bezeck, und zwar ziemlich häufig, einer Form zu begegnen, die nach allen ihren Charakteren nur zur Gattung *Cylindrites* gestellt werden kann.

Die Schale ist vollkommen glatt, beinahe cylindrisch von Gestalt, mit gut entwickelter Spira, scharfem, daher selten erhaltenen Mundrande, der nach dem Spindelrande zu sich verdickt. Die Spindel selbst ist stark entwickelt, etwas nach auswärts gebogen (vergl. Fig. 3) und mit einer stark entwickelten Falte versehen (Fig. 2). Unter den Kreideformen dürfte *Actaeonina infracretacea* Ooster (Pteropodenschichte, Protozoë helvet. II. 1871, p. 97, Taf. 15, Fig. 6—7) den soeben beschriebenen Formen von *Cylindrites* sehr nahe verwandt sein.

Ceritella urgonensis nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 4 und 5).

Das Genus *Ceritella* wurde von Morris und Lycett (Palaeont. Soc. 1850, p. 37) aufgestellt für eine Gruppe von Formen aus dem Gross-Oolithen Englands, welche in ihrer Gestalt die Mitte halten zwischen *Terebra* und *Cerithium* mit Anklängen an *Fusus*. Von *Cerithium* unterscheiden sie sich durch bedeutende Grösse des letzten Umganges und längliche, schmale Mundöffnung, von *Terebra* durch einfache Spindel und dadurch, dass die Basis der Mundöffnung nicht mit einem Ausschnitte, sondern in eine schmale, kurze, ausgussförmige Rinne endigt, die ein wenig nach rückwärts gebogen erscheint. Die Umgänge sind in der Regel flach, die Spira etwas länger als die Mundöffnung. Der äussere Mundrand ist sehr dünn, daher nur in den seltensten Fällen erhalten.

Alle hier für *Ceritella* angeführten Charaktere passen sehr gut auf eine in den unteren Urgonkalken von Bezeck häufig vorkommende kleine, glatte, gethürmte Form, von welcher die grössten unter den vorliegenden Exemplaren etwa 10 Millimeter erreichen. Die Spira, etwas länger als der letzte Umgang, besteht aus sechs etwas convexen Umgängen, von denen der letzte unmittelbar unter der Nahtlinie eine diese begleitende kleine Depression zeigt. Die Mündung ist länglich oval und endigt unten in einen kurzen, ausgussförmigen Canal. Der äussere Mundrand ist sehr scharf und dünn, und selten, meist nur bei den Jugendformen erhalten. Am nächsten steht die Form der *Cer. acuta* Morris und Lycett (l. c. p. 37, Taf. V, Fig. 17 und 18).

Eulima albensis d'Orb.

Eine ziemlich seltene, kleine, glatte Form mit vollkommen ebenen Umgängen und kaum sichtbaren Nähten stimmt gut mit d'Orbigny's Beschreibung (Terr. cré. II, p. 64, pl. 155, Fig. 14 und 15).

Cerithium Zitteli nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 1.)

Eine von jenen kleinen, zierlichen Cerithienformen, wie sie sich im Urgon und Apt nicht selten finden. Die Art stimmt indess in der Verzierung der Windungen mit keiner der bekannten. Diese sind etwas convex und mit drei sehr schwachen, dazwischen zwei stärkeren Knotenreihen verziert, von denen die tiefere stärker entwickelt ist. Die Mündung ist viereckig, der kurze Ausguss ein wenig nach rückwärts zurückgebogen. Die grössten Exemplare dieser in den unteren Urgonkalken häufigen Form werden kaum 10 Millimeter lang.

Turritella laevigata Leym.

Eine sehr schlanke, ziemlich seltene Form, mit plauen Umgängen, von viereckigem Querschnitte, übereinstimmend mit der Zeichnung Leymeries (Mém. Soc. géol. Fr. 1842, pl. 17, Fig. 9). Bei gut erhaltenen Exemplaren zeigen die Windungen eine sehr feine Längsstreifung.

Trochus cf. *Chavannesi* Pict. et Camp.

Ein einzelnes Exemplar einer kleinen Trochusform von 3 Millimeter Höhe, welches dem *T. Chavannesi* Pict. et Camp. aus dem weissen Urgon von Châtillon de Michaille (St. Croix, II, p. 515, pl. 86, Fig. 7) sehr nahe steht. Der Unterschied besteht nur darin, dass die Spira der vorliegenden Form von Bezeck ein wenig höher ist, in Folge dessen auch der Kiel nicht so scharf vortritt.

Trochus Morteauensis Pict. et Camp.

Aus dem Urgon von Morteau beschreibt Pictet (St. Croix, II, p. 511, pl. 85, Fig. 13 und 14) einen durch seine Linkswindung auffallenden Trochus, mit welchem ein Exemplar von 7 Millimeter Höhe aus dem Bezecker Kalke gut übereinstimmt.

Trochus Zollikoferi Pict. et Camp.

Ein Exemplar in Form, Grösse und Zeichnung übereinstimmend mit Pictet's Beschreibung (St. Croix VI, p. 513, pl. 136, Fig. 4 u. 5).

Nerita bicostata nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 6.)

Eine kleine Form mit wenigen, rasch anwachsenden gekielten Umgängen. Der Theil ober dem Kiele ist mit starken gerundeten Rippen bedeckt, die an der vertieften Naht mit einer Anschwellung beginnen und mit einer ähnlichen am Kiele endigen. Ihre Fortsetzung unterhalb des Kieles ist etwas schwächer und es schiebt sich zwischen je zwei noch eine weitere erst am Kiele beginnende Rippe von gleicher Stärke ein.

Astarte elongata d'Orb.

Eine rechte Valve entspricht sehr gut Pictet's Beschreibung (St. Croix, III, p. 310, pl. 124, Fig. 8.)

Trigonia ornata d'Orb.

Nur in einem kleinen Schalenexemplare vorhanden, übereinstimmend mit d'Orbigny's Beschreibung (Terr. cré. III, p. 136, pl. 288, Fig. 5—7).

Cardita quadrata d'Orb.

Eine ziemlich häufige Form, deutlich gekielt, daher von rhomboidischem Umriss, mit vielen einfachen radialen Rippchen verziert. Das Schloss zeigt zwei starke Zähne, einen kurzen, unmittelbar unter dem Wirbel, und einen langen, schief gestellten, unter der Ligamentfurchung. Das Exemplar, welches d'Orbigny (Terr. cré. III, pl. 267, Fig. 7—10) abbildet, ist nicht ausgewachsen, daher mehr quadratisch im Umriss. Aeltere Exemplare haben eine mehr verlängerte Gestalt.

Opis neocomiensis d'Orb.

Fünf Exemplare besitzen alle Charaktere der Art, wie sie Pictet (St. Croix, III, p. 324, pl. 125, Fig. 3 und 4) angibt.

Opis inornata nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 10.)

Von rhomboidalem Umriss, etwas breiter als lang. Die Lunula sehr tief, vom gerundeten Vorderrande nicht scharf getrennt. Rückwärts ist die Schale scharf abgeschnitten, so dass der Analrand mit dem Mantelrande einen beinahe rechten Winkel bildet, gegen dessen Spitze vom Wirbel her ein stark vortretender Kiel verläuft. Die Wirbel sind schmal und stark eingerollt. Die Oberfläche der Schale ist glatt und zeigt eine grobe Anwachsstreifung. Von *Opis neocomiensis d'Orb.*, mit der sie in der Bildung des Kieles und der Lunula gut übereinstimmt, unterscheidet sich die vorliegende Form sehr deutlich durch die breitere Form und glatte Schale. Auf Bezeck ist dieselbe häufiger als *O. neocomiensis*.

Arca Cornueliana d'Orb.

Ziemlich häufig, entspricht gut der Charakteristik d'Orbigny's (Terr. cré. III., p. 208, pl. 311. Fig. 1—3).

Arca Carteroni d'Orb.

Nur zwei Exemplare, auf welche die Beschreibung, welche d'Orbigny von dieser Art gibt (Terr. cré. III., p. 202, pl. 309, Fig. 4 und 5) gut passt.

Pectunculus Marullensis Leym. (Taf. XVIII, Fig. 7 und 8.)

Eine nicht seltene, kleine Form, etwas ungleichseitig, indem der rückwärtige Theil etwas stärker entwickelt erscheint. Die Wirbel sind sehr kurz, daher die Area sehr klein. Die Oberfläche der Schale ist mit feinen radialen Furchen bedeckt, die abwechselnd stärker und schwächer sind, wie dies in der Abbildung, welche Leymerie (Mém. Soc. géol. Fr. V., 1842, pl. 9. Fig. 26) von der Art gibt, deutlich gezeichnet ist. Dagegen ist die Detailzeichnung, welche d'Orbigny (Terr. cré. III., pl. 306, Fig. 4 und 5) bringt, und welche eine der Furchung analoge Rippung darstellt, wohl kaum richtig, wie sich dies schon aus dem Vergleiche mit Fig. 1 (l. c. bei d'Orbigny) ergibt. Ausser der Radialfurchung sieht man an der Art von Bezeck auch

eine feine Anwachsstreifung. Das Schloss stimmt im Baue der Zähne mit der Zeichnung Leymerie's, weniger dagegen mit der Zeichnung d'Orbigny's.

Lima Essertensis de Lor.

Gut charakterisirt durch die starke Anwachsstreifung, welche die flachen, gerundeten Rippen besonders erwachsener Exemplare in kurzen Intervallen stark unterbricht (vergl. Pictet, St. Croix, IV., p. 139, pl. 163, Fig. 7).

Lima Orbignyana Math.

Die Rippen sind etwas breiter als bei der vorhergehenden Art, flach gerundet und durch scharfe punktirte Einschnitte getrennt (vergl. Pictet, St. Croix, IV., p. 126, pl. 161, Fig. 4).

Lima Russillensis Pict. et Camp.

Eine seltene, sehr flache Form, geziert mit 15 groben Radialrippen, die, sowie die Intervalle noch eine feine Radialstreifung zeigen, welche am Steinkerne fehlt. Die erste dieser Rippen begrenzt wie eine Art Kiel die Depression an der Vorderseite (vergl. Pictet, St. Croix, IV., p. 147, pl. 175, Fig. 5 und 6).

Lima Tombeckiana d'Orb.

Stimmt in Form und Rippung vollständig mit dem von Loriol abgebildeten Exemplare aus dem unteren Urgon von Landeron (Loriol et Gilliéron Urg. inf. du Landeron, p. 19, pl. 1, Fig. 17).

Pecten Robinaldinus d'Orb.

Gehört zu dem Urgontypus Nr. 3 Pictet's, mit vielen gedrängt stehenden Rippen und engen Intervallen (vergl. Pictet, St. Croix, p. 190, pl. 170, Fig. 4). Ziemlich häufig.

Pecten cf. Arzierensis de Lor.

Eine kleine glatte Form mit Andeutung von Radialstreifung gegen den Stirnrand hin, scheint ein Jugendexemplar der genannten Art zu sein, wie sie Pictet (St. Croix, IV., p. 195, pl. 171, Fig. 3) beschreibt.

Ostrea rectangularis Röm.

Im festen Urgonkalke häufig, doch niemals Bänke bildend, sondern immer nur vereinzelt, findet sich diese Art in der typischen Form und nicht in der *var. crebricosta* Pict.

Ostrea tuberculifera Coq.

Das häufigste Fossil in den unteren Urgonkalken, stets nur in kleinen Exemplaren vorkommend. (Betreff der Synonymie mit *Ost. Bousingaulti* d'Orb. vergl. Pictet, St. Croix, IV., p. 280.)

Lithodomus amygdaloides d'Orb.

Selten und nur in Steinkernen vorkommend, stimmt sehr gut mit den Abbildungen Pictet's nach Exemplaren aus dem Urgon von Mor-teau und Marolles (St. Croix, III., p. 518, pl. 139, Fig. 1 und 2).

Terebratula Russillensis de Lor.

Findet sich auf Bezeck merkwürdiger Weise selten vollständig, sondern meist nur in von einander getrennten Valven.

Waldheimia tamarindus Sow.

Sehr häufig in der breiten, flachen Varietät, wie sie Loriol (Urg. inf. du Landeron, pl. II., Fig. 9—11) zeichnet.

Rhynchonella lata d'Orb.

Ist sehr häufig, findet sich jedoch meist in Jugendexemplaren. Ausgewachsene Formen sind seltener und die Valven dann meist auseinandergefallen.

Cidaris muricata Röm.

Einzelne Stacheln entsprechen ganz der Beschreibung de Loriol's (Urg. inf. du Landeron, p. 56, pl. IV., Fig. 8).

Pentacrinus neocomiensis Des.

Einzelne Stielglieder, selten.

5. Fauna des dichten, oberen Urgonkalkes bei Klien.

Requienia ammonia Math.

Das häufigste Fossil des oberen Urgonkalkes von Vorarlberg. Die Einrollung der Wirbel bei dieser Art beträgt in der Regel $1\frac{1}{2}$, bei manchen Exemplaren von Klien über zwei Windungen. Der Querschnitt der Windungen ist gewöhnlich stark gerundet dreikantig. Bei einigen Exemplaren vom Staufenspitz ist der Querschnitt sogar auffallend dreieckig, und eine Art Kiel vorhanden, so dass man an *Req. Lonsdalii* d'Orb. denken könnte. Doch fehlt die für letztere Art charakteristische Falte an der Hinterseite der Schale.

Requienia gryphoides Math.

Grosse, starkgekielte, exogyrenartig gebaute Formen, den hohen, stark gekielten Abarten der *Exogyra Couloni* viel ähnlicher, als der widerhornartig in mehreren Windungen aufgerollten *Req. ammonia*, mit der sie zusammen vorkommen. Die Schale besteht aus zwei Lagen, von denen die innere nur sehr dünn ist, neben der Anwachsstreifung auch feine Radiallinien zeigt und in der Regel auf dem Steinkerne haften bleibt, während die obere sehr dicke und rauhe Lage, die aus lauter dachziegelförmig sich übereinander schiebenden Lamellen besteht, gewöhnlich am Nebengesteine festhält. Die grosse Oberschale ist flach, deckelförmig. Im Allgemeinen ist die Form seltener als *Req. ammonia*.

Monopleura trilobata d'Orb. sp.

Scheint verhältnissmässig selten zu sein, denn es haben sich bisher nur zwei Exemplare in den Brüchen von Unterklien gefunden.

Sphaerulites Blumenbachii Studer.

Ist zumal in den obersten Lagen des Rudistenkalkes ziemlich häufig, findet sich aber immer nur in Steinkernen.

Rhynchonella irregularis Pict.

Findet sich, wenn auch verhältnissmässig seltener, mit denselben Charakteren, wie tiefer in der Kliener Austerbank, steigt also aus dem unteren Urgon in die Rudistenkalke auf.

6. Fauna des tiefsten Gault vom Margarethenkapf bei Feldkirch.

Lytoceras Timotheanum Pict. sp.

Hat sich bisher nur in einem Exemplare am Margarethenkapf bei Feldkirch gefunden.

Haploceras Mayorianum d'Orb. sp.

Von diesem findet sich sowohl die weitgenabelte Varietät mit niedrigen, breiten Umgängen, als auch die enggenabelte mit flachen, hohen Windungen.

Acanthoceras Milletianum d'Orb. sp.

Neben *Terebratulula Dutempleana* die häufigste Form in der Grenzschichte des Gault gegen den Rudistenkalk, zeigt sich in der Regel in der typischen Ausbildung und nur sehr selten, und zwar nur bei Jugendzuständen in der Varietät mit dichotomen Rippen, wie sie Pictet (St. Croix, I., p. 262) beschreibt.

Acanthoceras Martinii d'Orb. sp.

Die vorliegenden Exemplare stimmen nicht vollständig mit der genannten Art, sondern halten so ziemlich die Mitte zwischen dieser und dem *Acanthoc. nodosocostatum* d'Orb. sp. Sie haben breite, niedrige Umgänge wie *Ac. Martinii*, nur fehlen zwischen den geknoteten Hauptrippen die kurzen Zwischenrippen, wie sie d'Orbigny (Terr. crét., pl. 58, Fig. 7 und 8) angibt, sondern sind nur schwach angedeutet, wie bei *Ac. nodosocostatum*. Aehnliche Zwischenformen finden sich von verschiedenen Localitäten des Canton Schwyz im Züricher Museum.

Natica Favrina Pict. et Roux.

Ein einzelner Steinkern entspricht in Form und Nabelbildung am besten der genannten Art (Pictet, Moll. des grès verts, Mém. soc. ph. et hist. nat., Genève 1849, T. 12, p. 45, pl. 17, Fig. 4). Mit *Nat. gaultina* kann man denselben nicht vergleichen, weil das vertiefte Band an der Naht fehlt.

Solarium Tingrianum Pict. et Roux.

Bisher nur in zwei Exemplaren gefunden, die gut Pictet's Beschreibung (St. Croix, II., p. 543, pl. 88, Fig. 8, 10) entsprechen.

Isoarca Agassizi Pict. et Roux.

Ist selten und stimmt gut mit Pictet's Beschreibung (Grès vert., Mém. soc. hist. nat., Genève 1852, T. XIII, p. 112, pl. 31, Fig. 3, *Isocardia crassicornis* d'Orb.).

Inoceramus concentricus Park.

Die Exemplare aus dem tiefsten Gault sind zum Unterschiede von denen, die sich an der oberen Gaultgrenze finden, gewöhnlich grösser und die concentrische Rippung etwas markirter. Auch sind die Schalen nach rückwärts flügelartig erweitert, daher im Umriss mehr viereckig gegenüber der Ovalform des echten *Inoc. concentricus* und nähern sich dem *Inoc. Salomoni* d'Orb. Sie besitzen jedoch nicht die

für *Inoc. Salomoni* so charakteristische Einsattelung des Rückens der grossen Schale, sind vielmehr wie *Inoc. concentricus* gleichmässig gewölbt.

Terebratula Dutempleana d'Orb.

Das häufigste Fossil in den untersten Lagen des Gault. Sie findet sich zwar auch an der oberen Gaultgrenze, aber nur sehr vereinzelt. Der Mehrzahl nach gehören die Stücke der stark gefalteten Varietät an, doch sind auch Stücke mit schwacher Faltung des Stirnrandes nicht selten.

Terebratula sp.

Ein einzelnes Exemplar einer Form, die auf den ersten Blick der *Waldheimia hippopus Röm.* sehr ähnlich sieht. Dieselbe ist aber viel gedrungener, breiter, hat einen stark überwölbten Schnabel, und die kleine Valve greift in den Sinus der grossen sehr stark ein. Das für *Waldheimia* charakteristische mediane Septum fehlt. Die Form hat am meisten Aehnlichkeit mit der *Tereb. nucleata*, wie sie Quenstedt (Brachiopoden, Taf. 47, Fig. 93) zeichnet.

Waldheimia pseudomagas nov. sp. (Taf. XVIII, Fig. 9 a, b.)

Eine Form, welche in ihrer äusseren Gestalt sehr an *Magas pumilus Sow.* erinnert. Die grosse Schale gerundet dachförmig, die kleine dagegen nur sehr mässig gewölbt. Der Schnabel ist stark übergebogen mit kleiner Oeffnung, das Deltidium klein, die Area deutlich durch einen Kiel abgesetzt. Die Commissur an den Seiten und am Stirnrande gerade, die Schale fein punktirt.

Unter den Kreidebrachiopoden steht die Form der *Tereb. Hebertina d'Orb.* (Terr. cré. IV., p. 108, pl. 514, Fig. 5—10) sehr nahe und unterscheidet sich nur durch die deutlich abgesetzte Area, wodurch der Schnabel ein etwas schlankeres Aussehen gewinnt. Die *Tereb. Robertsoni d'Arch.* aus der Tourtia (Mém. soc. géol. Fr. 2. sér. T. II, 1846, p. 315, pl. 18, Fig. 2) hat einen viel kräftigeren Schnabel mit grosser Oeffnung, und der Schlossrand der kleinen Schale ist winkelig, während er bei der vorliegenden Form beinahe gerade ist, so wie bei der *Tereb. Hebertina d'Orb.*

Rhynchonella Gibbsiana Davids.

Die Formen sind durchwegs sehr dick und entsprechen am besten der Abbildung, welche Pictet (St. Croix, V., Taf. 198) in Figur 5 bringt.

Discoidea rotula Agass.

Unter den Echiniden des untersten Gault die häufigste Form, grossentheils mit Schale erhalten, welche die sehr charakteristische Verzierung trägt, wie sie de Loriol (Echin. des terr. cré. pl. 13, Fig. 8d) angibt.

Catopygus cylindricus Desor.

Ein unbeschaltetes Exemplar, entspricht der Beschreibung de Loriol's (Echin. d. terr. cré. p. 278, pl. 22, Fig. 5).

Holaster laevis Agass.

Die Exemplare gehören zu den hohen, Ananchyten ähnlichen Formen und stimmen im Detail vollkommen mit de Loriol's Beschreibung (Echin. des terr. cré. p. 319, pl. 27, Fig. 1).

Heteraster oblongus d'Orb.

Ist von der typischen Form (Loriol, Échin. des terr. créat. p. 355 pl. 29, Fig. 8) nicht zu unterscheiden.

7. Die Fauna des obersten Gault

stimmt auf das Auffallendste mit der von Pictet und Roux beschriebenen Fauna der Grés verts der Umgebung von Genf. Unter den an verschiedenen Punkten, zumal in der Umgebung von Bezau im Brengener Walde und in den Brüchen östlich von Hohenems gesammelten Formen findet sich nur ein bisher unbeschriebener Ammonite:

Lytoceras nov. sp.

Durchmesser 155 Millimeter.

Im Verhältniss z. Durchmesser-Höhe d. letzten Umgangs	0.42
„ „ „ „ Breite „ „ „	0.61
„ „ „ „ Nabelweite	0.34

Der Steinkern einer grossen *Lytoceras*form mit rasch anwachsenden, nur wenig umfassenden Windungen, welche sich in Bezug auf ihre Gestalt nur mit dem tithonischen *Lyt. Liebigi* var. *Strambergensis* vergleichen lässt. Doch zeigen schon die obigen Masse, dass die Windungen verhältnissmässig noch dicker sind und rascher zunehmen als bei *Lyt. Liebigi*. Ein wesentlicher Unterschied macht sich aber im Lobenbau bemerkbar, trotzdem der Grundplan der *Lytoceras*loben auf das Sorgfältigste gewahrt bleibt. Die Loben sind nämlich ungemein complicirt und fein verästelt, und je zwei benachbarte so ineinander gewachsen, dass die Sattelräume ganz ihren Charakter verlieren und sich wie Dendriten ausnehmen. Die paarige Spaltung des ersten Laterals, welche man bei *Lyt. Liebigi* bis zum dritten Gliede verfolgen kann, lässt sich bei der vorliegenden Form bis zum fünften Gliede deutlich verfolgen. Der Siphonal, durch einen tiefen zungenförmigen Sattel getheilt, ist verhältnissmässig sehr kurz und von den beiden grossen Lateralen ganz überwuchert, die mit ihren äussersten Aesten bis an die Siphonallinie vordringen und hier einander beinahe berühren, während sie bei *Lyt. Liebigi* durch einen breiten Raum getrennt sind.

Unter den Kreidelytoceraten lässt sich mit der vorliegenden Form nur *Lyt. Mahadeva* Stol. aus der Ootatoor-Group der indischen Kreide vergleichen¹⁾. Bei diesem finden wir einen ähnlichen, wenn auch noch etwas weniger complicirten Lobenbau. Doch sind die Windungen bei *Lyt. Mahadeva* viel schlanker und von beinahe kreisrundem Querschnitte, ähnlich wie bei der oben als *Lyt. sequens* neubeschriebenen Form (Taf. XVIII, Fig. 12) aus dem Mittelneocom Vorarlbergs.

¹⁾ Stolitzka, Palaeont. Indica I., 1865, p. 165, pl. 80.

Schlussüberblick.

Wie bereits (p. 666) angeführt, hat der vorliegende Aufsatz den Zweck, einen Theil der nordalpinen Kreidezone, nämlich so weit dieselbe innerhalb der Landesgrenze von Vorarlberg verläuft, dem seit Prof. Gümbel's und v. Richthofen's Arbeiten (1861) über den gleichen Gegenstand bedeutend fortgeschrittenen Stande unserer Kenntnisse der westalpinen Kreidebildungen entsprechend darzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst in einer Einleitung (p. 659 u. f.) an der Hand vornehmlich der Untersuchungen Lory's in der Dauphiné versucht, das Verhältniss der alpinen Kreidebildungen zu jenen im Jura und im anglo-gallischen Becken festzustellen und zu zeigen, dass, während in den beiden letzteren Verbreitungsgebieten die marine Kreideserie an der unteren Grenze unvollständig ist, also zwischen den Jura- und Kreidebildungen eine je nach localen Verhältnissen verschieden grosse Lücke existirt, diese Lücke in den Alpen nicht vorhanden ist, sondern hier die Kreidebildungen continuirlich auf die jurassischen (tithonischen) folgen und sich allmähig aus diesen entwickeln.

Die marine Kreideserie im anglo-gallischen Becken, in gleicher Art wie in Norddeutschland, Sachsen-Böhmen, Galizien, kurz im ganzen Gebiete der nordeuropäischen Verbreitungsarea, so weit sie bisher bekannt, fängt je nach localen Verhältnissen mit Gliedern von verschiedenem geologischen Alter an, ist aber nach der oberen Formationsgrenze hin in der Regel sehr vollständig und stark differencirt.

Die ältesten marinen Kreideablagerungen, soweit man sie von einzelnen Punkten der nordeuropäischen Verbreitungsarea bisher kennt, entsprechen, verglichen mit der Kreideserie im Jura, jenem Gliede, welches man als Mittelneocom oder als Néoc. prop. dit. Désor oder, um den oft in ungleichem Sinne angewendeten Namen Neocom zu vermeiden, Hauterivien Renevier nennt. An den meisten Stellen fängt aber die marine Kreideserie im nördlichen Mitteleuropa mit Aequivalenten jüngerer Glieder, stellenweise erst mit dem Cenoman an. Die Lücke, welche hier die marine Sedimentreihe an der Jura-Kreidegrenze zeigt, ist vielfach durch Süßwasser- und Brackwasserbildungen ausgefüllt.

Im Jura ist die Kreidereihe an der unteren Grenze vollständiger, und zwar so ziemlich um den Betrag des Gliedes, welches Désor Valangien benannt hat. Die Lücke ist hier also kleiner, aber dennoch vorhanden.

In den Alpen endlich findet sich an der Grenze vom Jura zur Kreide gar keine Lücke, sondern die marinen Sedimente folgen continuirlich aufeinander und das tiefste cretacische Glied entwickelt sich allmähig aus dem obersten jurassischen (tithonischen). In den Alpen findet sich also noch unter dem Aequivalente des jurassischen Valangien eine mächtige Schichtgruppe, also ein Plus gegenüber dem Jura, das man am besten mit dem bereits in Uebung befindlichen Namen Berriasgruppe bezeichnen kann.

Im stratigraphischen Theile (p. 667 u. f.) wurde zunächst gezeigt, dass die Kreideserie in Vorarlbergan keiner Stelle unterbrochen sei, und dass sie, entsprechend der für die Alpen giltigen Regel, sich nach oben und unten innig an die benachbarten Formationen anschliesse. Beim Verfolgen der einzelnen Ablagerungen wurde vor Allem auf die Veränderungen aufmerksam gemacht, welche dieselben von einer Stelle zur anderen in Bezug auf ihre petrographischen und die damit aufs Engste zusammenhängenden paläontologischen Charaktere durchmachen, und gezeigt, dass diese Veränderungen sich auf locale Verhältnisse zurückführen lassen, die mit der Tektonik der von den Ablagerungen eingenommenen Bodenstelle und ihrer Situation gegenüber dem ehemaligen Ufer und dem von dieser Seite kommenden Sedimentmateriales innig zusammenhängen, sowie dass sich die Unterschiede der sog. jurassischen und alpinen Facies der Kreide durch derlei locale Verhältnisse ausreichend erklären lassen. Beide Ausbildungsformen sind in Vorarlberg vertreten und gehen in einander über, bilden sonach eine Art Mischtypus wie in der Provence.

Im tektonischen Theile (p. 703 u. f.) wurde vor Allem aufmerksam gemacht auf die Aenderungen, welche die Wellen in Bezug auf Form, Intensität und Verlauf durchmachen, sowie wesentlich auf solche Störungen, welche mehrere hintereinander folgende Wellen in übereinstimmender Weise treffen, und gezeigt, dass sich alle Einzelheiten im Wellenbaue des Vorarlberger Kreidegebietes sehr gut unter dem einen Gesichtspunkte erklären lassen, dass bei der grossen, durch die horizontalen Componenten der Schwere an den schwächsten Stellen der Erdrinde verursachten Bewegung der Massen die der Centralaxe vorgelagerten Sedimente sich an jener Ecke gestaut haben, welche das alte Gneissgebirge im Osten der sog. Rheinbucht bildet, und dass daher die Wellen um diese Ecke in einen auffallenden Bogen verlaufen, der, je näher an der krystallinischen Ecke, um so schärfer, in weiterer Entfernung aber flacher wird. Hiermit übereinstimmend ist die Intensität der Faltung der Wellen in der Nähe des Stauungshindernisses eine grössere, als in weiterer Entfernung von diesem.

Es wurde ferner darauf hingewiesen (p. 720 u. f.), dass die im gleichen Gebiete auftretenden tektonischen Störungen von verschiedenem Alter, und dass die älteren derselben für die jüngeren massgebend sind.

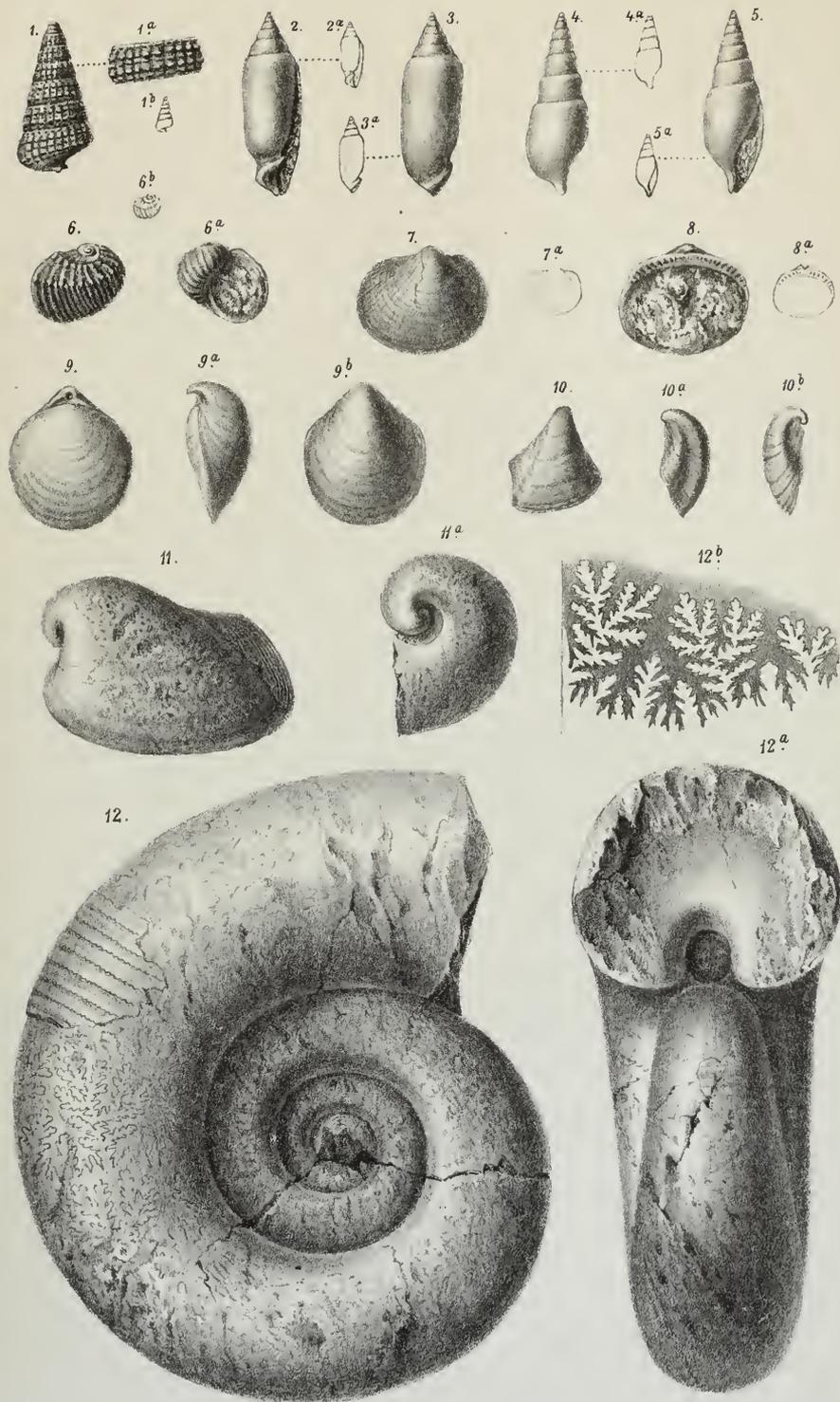
Zum Schlusse wurde (p. 725 u. f.), um das tektonische Bild der Gegend auf seine Einheitlichkeit zu prüfen, auch ein Ueberblick der tektonischen Verhältnisse jenseits des Rheines versucht. Dabei zeigte sich die Tektonik des Glarner Landes, speciell die tektonischen Verhältnisse der sog. Glarner Schlinge im Widerspruch mit der Tektonik der Umgebung, und es wurden aus diesem Grunde die Angaben Prof. Heim's über diesen Gegeustand einer kurzen Kritik unterzogen.

Im paläontologischen Theile (p. 735 u. f.) wurden insbesondere jene Faunen näher besprochen, welche durch ihren jurassischen Habitus von Interesse sind und die auf Taf. XVIII und XIX abgebildeten neuen Formen eingehender beschrieben.

Tafel-Erklärung.

Taf. XVIII.

1. *Cerithium Zitteli* nov. sp. (pag. 750 [92]) vergrößert. 1 a Einzelner Umgang vergrößert; 1 b Nat. Grösse. Museum München.
2. *Cylindrites cretaceus* nov. sp. (pag. 749 [91]). Vergrößerte Vorderansicht. 2 a Nat. Grösse. Museum München.
3. *Cylindrites cretaceus* nov. sp. Vergrößerte Hinteransicht. 3 a Nat. Grösse. Museum München.
4. *Ceritella urgonensis* nov. sp. (pag. 749 [91]). Vergrößerte Hinteransicht. 4 a Nat. Grösse. Museum München.
5. *Ceritella urgonensis* nov. sp. Vergrößerte Vorderansicht. 5 a Nat. Grösse. Museum München.
6. *Nerita bicostata* nov. sp. (pag. 750 [92]). Vergrößerte Hinteransicht. 6 a Vergrößerte Vorderansicht. 6 b Nat. Grösse. Museum München.
7. *Pectunculus Marullensis* Leym. (pag. 751 [93]). Vergrößert von Aussen. 7 a Nat. Grösse. Museum München.
8. *Pectunculus Marullensis* Leym. Vergrößert von Innen. 8 a Nat. Grösse. Museum München.
9. *Waldheimia pseudomagas* nov. sp. (pag. 755 [97]). Vorderansicht in nat. Grösse. 9 a Seitenansicht. 9 b Rückansicht. Mus. d. k. k. geol. Reichs-Anst.
10. *Opis inornata* nov. sp. (pag. 751 [93]). Rechte Valve in natürl. Grösse. 10 a Rückansicht. 10 b Vorderansicht. Museum München.
11. *Isoarca neocomiensis* nov. sp. (pag. 742 [84]). Linke Valve in nat. Grösse. 11 a Vorderansicht. Mus. d. k. k. geol. Reichs-Anst.
12. *Lytoceras sequens* nov. sp. (pag. 736 [78]). Seitenansicht in nat. Grösse. 12 a Ansicht der Siphonalseite. 12 b Lobenlinie. Mus. d. k. k. geol. Reichs-Anst.



Rud. Schönm. n. d. Nat. get. u. lith.

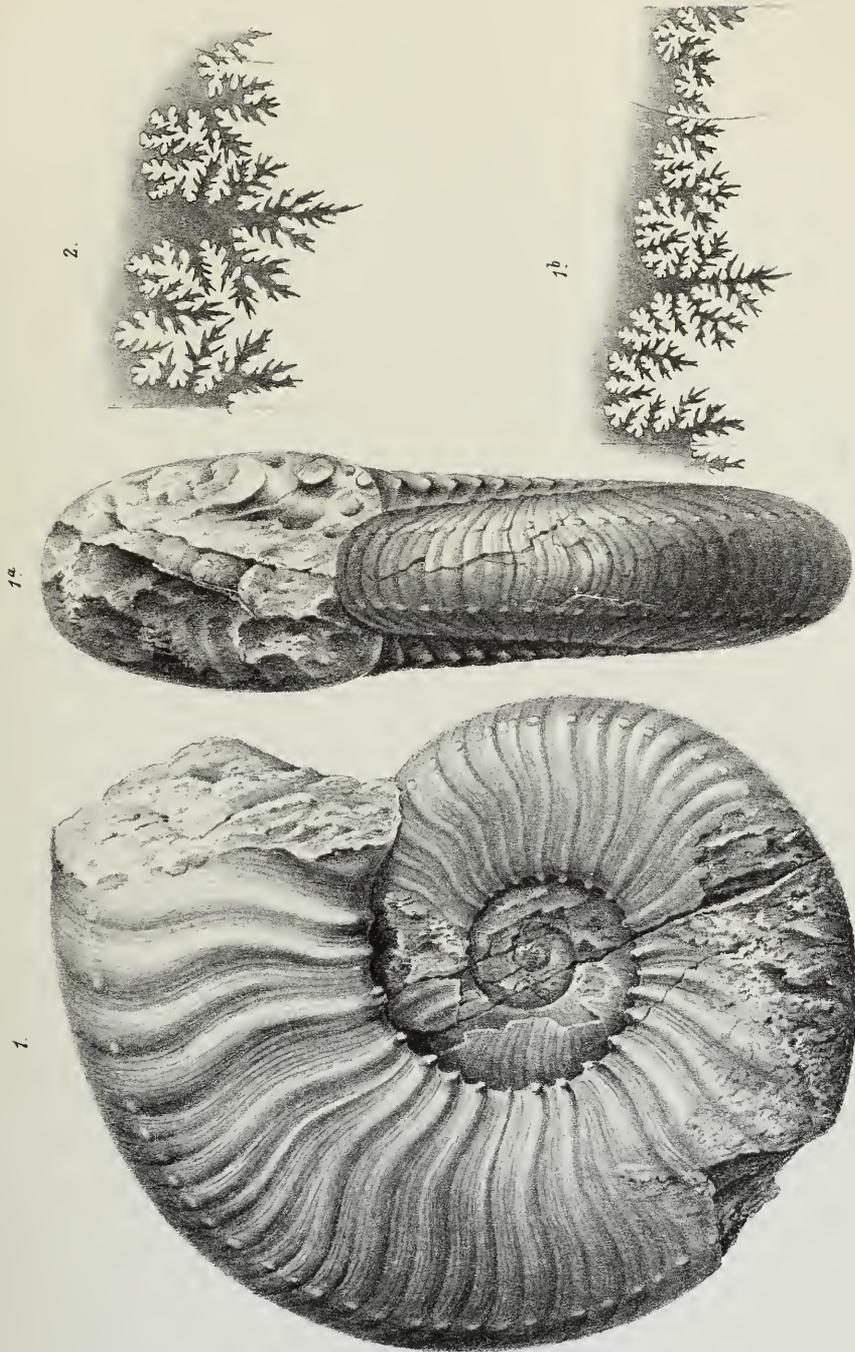
Lith. Anst. v. J. Appel & C^o Wien

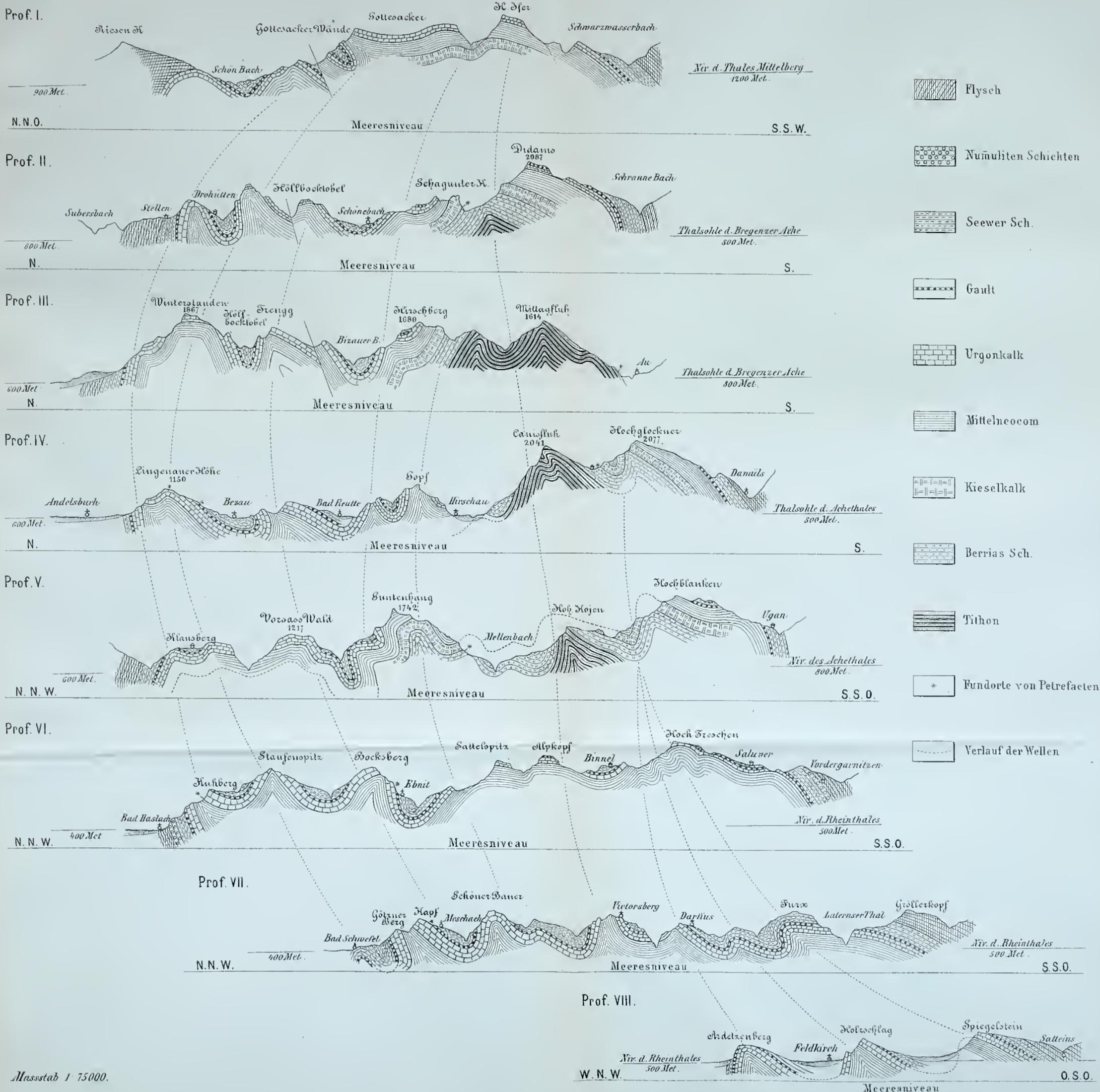
Tafel-Erklärung.



Taf. XIX.

1. *Hoplites vicarius* nov. sp. (pag. 739 [81]). Seitenansicht in nat. Grösse.
1 a Ansicht d. Siphonalseite. 1 b Lobenlinie. Mus. d. k. k. geol. Reichs-Anst.
 2. *Hoplites* sp. ind. (p. 740 [82]). Lobenlinie.
-





Maßstab 1:75000.

Jahrb. d. k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1879 Bd. XXIX.

Verlag v. Alfred Hölder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Lithogr. geogr. Inst. v. F. Köke