

DER

## KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT.

---

---

**Neocomstudie.**Von **Michael Vacek.**

---

**Einleitung.**

Die vorliegenden Blätter bilden eine Art ausführlichere Einleitung zu einer Arbeit des Verfassers, die im vorhergehenden Bande des Jahrbuches der k. k. geol. Reichs-Anstalt erschienen ist <sup>1)</sup>. Sie sollen gewissermassen den Gang der Vorstudien fixiren und auf diese Art Manchem, der später sich mit den Verhältnissen des nordalpinen Neocom beschäftigen will, eine zeitraubende Arbeit ersparen, selbst in dem Falle, dass er sich mancher der darin geäusserten Ansichten nicht anschliessen sollte.

Die Arbeit zerfällt in zwei Theile. Im ersten wird das historische Materiale behandelt, d. h. der Versuch gemacht, in gedrängter Skizze den Verlauf der Entwicklung unserer Kenntnisse der sogenannten Neocombildungen, der Hauptmasse der alpinen Kreide, zu verfolgen. Hiebei stellt sich der Gang, den das Studium der Kreidebildungen, ausgehend von England über Frankreich und den Jura, nach den Alpen genommen, als ein möglichst ungünstiger dar, insofern, als man in der eben bezeichneten Richtung von der unvollständigsten Entwicklungsform der Kreide ausging und zu immer vollständiger entwickelten Ausbildungsformen vorschritt. Es brauchte lange bis man sich darüber klar wurde, dass die Kreide im Jura an der unteren Grenze vollständiger sei als im anglo-gallischen Becken, und dass der Rahmen oder das auf die Verhältnisse des anglo-gallischen Beckens basirte Kreideschema für die jurassische Kreide zu enge sei. Mit der gleichen Schwierigkeit hatte man und hat zum Theile noch heute zu kämpfen, wenn es sich darum handelt, das Verhältniss der alpinen Kreide zu der ausseralpinen zu beurtheilen und die nothwendigen Folgerungen zu ziehen, die sich hauptsächlich aus den von Lory und Pictet in der Rhônebuch gemachtten Studien über alpine Kreide ergeben.

Zum Zwecke einer übersichtlichen Darstellung kann man, von dem eben angedeuteten Gesichtspunkte, drei Phasen in der Geschichte der Kreideliteratur unterscheiden, von denen die erste die einleitenden

---

<sup>1)</sup> Vacek. Ueber Vorarlberger Kreide. Jahrbuch der k. k. geol. Reichs-Anst. 1879, Heft 4, p. 659.

Arbeiten in England umfasst, die zweite der Periode der Anwendung der in England gewonnenen Resultate auf die Verhältnisse des Pariser Beckens und gleichzeitig des Jura entspricht, und die dritte mit den eingehenderen Studien der Verhältnisse der alpinen Kreide beginnt. Es ist hiebei vielleicht nicht überflüssig, ausdrücklich zu bemerken, dass die folgende Darstellung nicht die ganze Kreideliteratur zum Gegenstande hat, sondern mit Rücksicht auf die sogenannten *Neocombildungen* im weitesten Sinne des Wortes, d. h. die Bildungen zwischen Obertithon und Gault, zugespitzt, also bis zu einem gewissen Grade einseitig gehalten ist. Dabei sind nur die wichtigeren Arbeiten, und zwar, so weit als möglich, in chronologischer Folge berücksichtigt.

Der zweite Theil ist der Besprechung einiger bekannter Localitäten der Schweizer nordalpinen Kreidezone gewidmet, welche der Verfasser im Sommer 1878 zum Zwecke von Vorstudien für seine Arbeit „über Vorarlberger Kreide“ auf Kosten der ihm vom Director der k. k. geol. Reichsanstalt, Hofrath F. Ritter v. Hauer, verliehenen Schloenbachstiftung besuchte.

Die Besprechung und theilweise Beschreibung dieser auf die ganze Schweizer Kreidezone sich vertheilenden Punkte dürfte am besten den innigen Zusammenhang beleuchten, in dem die Ablagerungen der nordalpinen Kreidezone von der Provence bis nach Vorarlberg zu einander stehen, und die Uebersicht der einschlägigen Erscheinungen erleichtern.

---

## Erster Theil.

### England.

Der fruchtlosen Streitigkeiten und Speculationen der Plutonisten und Neptunisten müde und von der Ueberzeugung ausgehend, dass nur auf der soliden Basis positiver Thatsachen, die bislang grossentheils fehlten, sich Theoreme von dauernder Bedeutung aufbauen lassen, bildete sich im Jahre 1807 in England unter dem Titel „Geological society of London“ ein Verein von Männern, der im Gegensatze zur alten Schule sich es zur Aufgabe machte, unbeirrt von Hypothesen und Theorien, nur das Gebiet der Thatsachen zu durchforschen und durch Sammeln von positiven Daten auf inductivem Wege die Lösung geologischer Probleme anzustreben. Die grösstentheils in den *Transactions* und den *Annals of Philosophy* vom Anfang der zwanziger bis Mitte der dreissiger Jahre niedergelegten Arbeiten dieser Männer bilden die historische Basis der modernen Stratigraphie.

Wenn wir speciell die auf die Kreidebildungen Englands bezüglichen Arbeiten herausgreifen, so sehen wir anknüpfend an die grundlegenden Forschungen Mantell's<sup>1)</sup> den Faden der Untersuchung

---

<sup>1)</sup> Mantell, *Geolog. of Sussex* 1822.

von Fitton<sup>1)</sup>, Murchison<sup>2)</sup>, De la Bêche<sup>3)</sup>, Sedgwick<sup>4)</sup>, Webster<sup>5)</sup>, Phillips<sup>6)</sup> fortgesponnen und sich allmählig die Begriffe erweitern und klären.

Den Abschluss dieser ersten Untersuchungsperiode bilden die zusammenfassenden Darstellungen von De la Bêche<sup>7)</sup> und eine sehr ausführliche, schöne Arbeit Fitton's<sup>8)</sup>, auf deren Basis in der nächsten Periode vornehmlich d'Archiac<sup>9)</sup> weiterbaute.

In dieser Arbeit gibt Fitton (pag. 105) als Schlussergebniss seiner und fremder Forschungen folgende Eintheilung der Kreidesedimente in England.

{	Chalk	{	Upper
			Lower
			Marly
{	Green-Sand	{	Upper greensand
			Gault
			Lower greensand
	Wealden	{	Weald-clay
			Hastings-sands
			Purbeck strata.

Diese Eintheilung hat in der Folge wenig Aenderungen erfahren und die späteren, schon in die nächste Untersuchungsperiode fallenden Arbeiten von Fitton<sup>10)</sup> selbst, ferner hauptsächlich von Forbes<sup>11)</sup>, Leckenby<sup>12)</sup>, bis auf die schönen und lehrreichen Untersuchungen

<sup>1)</sup> Fitton, *Inquiries respecting the geol. rel. of the beds between the chalk and the Purbeck limestone in the south-east of Engl.* *Annal. of philos.* VIII., 1824, p. 365 u. 458.

<sup>2)</sup> Murchison, *Geol. sketch of the north-western Extremity of Sussex.* *Trans. geol. soc. London* 1826, 2<sup>e</sup> ser. Vol. II., pt. 1., p. 97.

<sup>3)</sup> De la Bêche, *On the chalk and sands beneath it etc.* *Trans. geol. soc. London* 1826 2<sup>e</sup> ser. Vol. II. pt. 1. p. 109.

<sup>4)</sup> Sedgwick, *On the class. of the strata wich app. on the Yorkshire coast.* *Annals of philos.* 1826, Vol. XI, p. 339.

<sup>5)</sup> Webster, *Reply to Dr. Fitton's paper: Inquiries etc.* *Annals of philos.* IX., 1825, p. 33.

<sup>6)</sup> Phillips, *Illustrations of the geol. of Yorkshire* 1829.

<sup>7)</sup> De la Bêche, *Manual of geology* 1833, p. 384.

<sup>8)</sup> Dr. Fitton, *Observations on some of the strata between the Chalk and Oxford Oolithe* (1827). *Trans. geol. soc. London* 1837, Vol. IV., pt. II., p. 103.

<sup>9)</sup> Vergl. d'Archiac, *Histoire* IV., p. 22., Anmkg. 3.

<sup>10)</sup> Dr. Fitton, *Comparative remarks on the sections below the chalk on the coast near Hythe, in Kent and Atherfield, in the Isle of Wight.* *Quart.-Journ. geol. soc. I.*, 1845, p. 179.

Dr. Fitton, *Obs. on part of the section of the lower greensand at Atherfield, on the coast of the Isle of Wight* (1843). *Proc. geol. soc. London* IV., 1846, p. 198 und *Bull. soc. géol. Fr. I.* 1843—1844, p. 438.

Dr. Fitton, *Comparative remarks on the lower greensand of Kent and the Isle of Wight.* *Proc. geol. soc. Lond.* IV. 1846 p. 208.

<sup>11)</sup> E. Forbes, *Report on the Lower Greensand fossils in the poss. of the geol. soc. Quart.-Journ. geol. soc. Lond. I.*, 1845, p. 78.

<sup>12)</sup> Leckenby, *On the Specton clay of Yorkshire.* *Geologist* 1859, p. 9.

Judds<sup>1)</sup> beschäftigen sich vorwiegend nur mehr mit den Ablagerungen an der unteren Grenze der Formation der Wealdengruppe und ihren marinen Aequivalenten.

Ein Umstand, der den Arbeiten der ersten englischen Untersuchungsperiode einen charakteristischen Stempel aufdrückt, ist die vorwiegende Berücksichtigung petrographischer Charaktere, wie sich dies schon in der Wahl der für die Schichtfolgen angenommenen Bezeichnungen deutlich ausprägt. Für einen engeren Beobachtungskreis, wie es das Londoner Becken war, reichten diese Merkmale anfangs zur Noth aus. Doch schon Fitton, der seine Untersuchungen über ein grösseres Feld ausgedehnt, fühlt den Mangel dieser Methode und verbindet sich daher in der citirten Abhandlung mit dem Conchyliologen Sowerby zu gemeinsamer Arbeit.

Anknüpfend an die in England gewonnenen Resultate fingen um die Mitte der dreissiger Jahre einerseits im Pariser Becken die französischen, andererseits im Jura die schweizer Geologen an, die Kreidebildungen eingehender zu studiren. Wie dies als Folge der nationalen Zusammengehörigkeit nicht anders zu erwarten, ergaben sich anfangs zwischen den beiden Gruppen die mannigfachsten Berührungspunkte umso mehr, als beide bei ihren Untersuchungen von der gleichen, in England gewonnenen Basis ausgingen und die dortigen Resultate für die eigenen Territorien zu verwenden suchten. Bald jedoch sehen wir, durch die Thatsachen gedrängt, die Jurageologen von den englischen sowohl als französischen Mustern mehr und mehr sich entfernen und selbstständig werden, so dass es der Sachlage besser entsprechen dürfte, wenn man die beiden Gruppen abgesondert betrachtet.

### Pariser Becken.

Die Periode des kritischen und eingehenden Studiums der Kreideablagerungen innerhalb des Pariser Beckens, dessen Ergebnisse grossentheils in den Jahrgängen 36—46 der Mémoires und des Bulletin de la soc. géol. de France enthalten sind, ist in erster Linie durch die stratigraphischen Arbeiten d'Archiac's einerseits und die paläontologischen Studien d'Orbigny's andererseits bezeichnet. Fussend auf den Arbeiten von Rozet<sup>2)</sup>, Passi<sup>3)</sup>, Brongniart<sup>4)</sup>, Gaulard<sup>5)</sup>, Dujardin<sup>6)</sup>, Royer<sup>7)</sup> u. A. von französischer und dem den Abschluss

<sup>1)</sup> Judd, On the strata, which form the base of the Lincolnshire wolds. Quart.-Journ. geol. soc. XXIII, 1867, p. 227.

Judd, On the Specton clay. Quart.-Journ. geol. soc. XXIV., 1868, p. 218.

Judd, Neocomian, Quart.-Journ. geol. soc. XXVI., 1870, p. 326.

<sup>2)</sup> Rozet, Descr. géol. du bassin du Bas-Boulonnais. Paris 1828.

<sup>3)</sup> Passi, Descr. géol. du dép. de la Seine-Inférieure. Rouen 1832.

<sup>4)</sup> Cuvier et Brongniart, Descr. de environs de Paris 2<sup>e</sup> éd. 1835.

<sup>5)</sup> Gaulard, Mém. pour servir à une descript. géol. du dép. de la Meuse. Verdun 1836

<sup>6)</sup> Dujardin, Sur les couches du sol en Touraine. Mém. soc. géol. Fr. II. 1837 2<sup>e</sup> pt., p. 211.

<sup>7)</sup> Royer, Sur les grés verts et terr. néoc. de la Champagne. Bull. soc. géol. Fr. IX. 1837—1838, p. 428.

der ersten englischen Untersuchungsperiode bezeichnenden, ausführlichen Resumé Fitton's von englischer Seite<sup>1)</sup>, führt d'Archiac seine ausgedehnten Untersuchungen über die französischen Kreideablagerungen<sup>2)</sup> in demselben Geiste wie seine Vorgänger in England und Frankreich, d. h. mit vorwiegender Berücksichtigung der petrographischen Merkmale und wird in seinen Bestrebungen wesentlich durch die in gleicher Manier gepflogenen gleichzeitigen Arbeiten von Thirria<sup>3)</sup>, Cornuel<sup>4)</sup>, Leymerie<sup>5)</sup>, Longuemar<sup>6)</sup>, Raulin<sup>7)</sup> unterstützt.

Den Abschluss dieser Periode, zugleich ein umfassendes Resumé der bis zum Jahre 1850 in Bezug auf die Kreidebildungen überhaupt gewonnenen Resultate, bildet der vierte Band der *Histoire des progrès de la géologie* (1851) von d'Archiac. Dieses durch die enorme Fülle von äusserst schätzenswerthen Details ausgezeichnete Werk ist sehr bezeichnend für die besonders durch d'Archiac vertretene Richtung der damaligen stratigraphischen Forschung und zeigt am klarsten den Gegensatz zu den vorwiegend auf paläontologischer Basis fussenden Studien über denselben Gegenstand, welche gleichzeitig von d'Orbigny gemacht wurden.

Während d'Archiac und der grössere Theil seiner Mitarbeiter vollständig im Geiste der älteren englischen Schule ihre stratigraphischen Studien betreiben, vertritt d'Orbigny eine neue Richtung, welche trotz der Mängel, die ihr in Folge der damaligen phantastischen Vorstellungen über geologische Vorgänge anhaften, einen entschiedenen und wesentlichen Fortschritt bedeutet. Durch d'Orbigny werden die faunistischen Charaktere der Ablagerungen stark in den Vordergrund gehoben und vorwaltend auf Grund dieser eine neue, von localen petrographischen Ausbildungsweisen möglichst unabhängige Eintheilung der Kreidesedimente versucht. Der Erfolg, d. h. der Umstand, dass die d'Orbigny'sche Eintheilung bis heute die massgebende geblieben und bisher durch keine bessere ersetzt werden konnte, ist wohl ein klar sprechender Beweis für die Richtigkeit des Principes, welches d'Orbigny bei seinen Untersuchungen geleitet.

Immerhin haftet aber auch den Untersuchungen d'Orbigny's gerade wie jenen d'Archiac's ein wesentlicher Mangel an. Beide Forscher basiren ihre Eintheilungen in erster Linie auf die ihnen zunächst liegenden Verhältnisse der Kreideablagerungen im Paris-Londoner Becken, beanspruchen aber trotzdem die Allgemeingiltigkeit für das

<sup>1)</sup> Vergl. d'Archiac, Groupe moyen de la form. cré. *Mém. soc. géol. Fr.* 1839. III. 2<sup>e</sup> pt., p. 265., Anmerk. 1, sowie die Eintheilung auf p. 295.

<sup>2)</sup> d'Archiac, *Descript. géol. du dép. de l'Aisne. Mém. soc. géol. Fr.* V. 1843. d'Archiac, *Etudes sur la format. cré. Mém. soc. géol. Fr.* 1846, 2<sup>e</sup> sér II. pt. 1.

<sup>3)</sup> Thirria, *Notice géol. sur les gites de minerai de fer du terr. néoc. du dép. de la Haute marne. Annales des mines* 3<sup>e</sup> sér. Vol. XV. 1839.

<sup>4)</sup> Cornuel, *Mém. sur les terr. cré. inf. et supra-jurassiques de l'arrondiss. de Vassy. Mém. soc. géol. Fr.* Vol. IV. 1841 pt. 2.

<sup>5)</sup> Leymerie, *Sur les terr. cré. du dép. de l'Aube. Mém. soc. géol. Fr.* 1841., Vol. IV., pt. 2.

<sup>6)</sup> Longuemar, *Etude géol. des terr. de la rive gauche de l'Yonne. Auxerre* 1843.

<sup>7)</sup> Raulin, *Constit. géol. du Sancerrois. Mém. soc. géol. Fr.* 1847, 2<sup>e</sup> sér., Vol. II., pt. 2.

Etagenschema, welches sie vorwiegend auf Grund dieser doch nur localen Verhältnisse aufstellen. Dass die Kreideserie an ihrer Basis im Paris-Londoner Becken äusserst lückenhaft, dass dieselbe im Jura vollständiger und in den Alpen sogar grossentheils vollständig ist, davon findet man keine Andeutung in den Schriften der beiden grossen französischen Forscher, welche vielmehr die ihren Untersuchungen ferner liegenden grossen Sedimentmassen der sogenannten *neocomien* Bildungen im Jura und in den Alpen den im Paris-Londoner Becken sporadisch auftretenden Rudimenten der oberen Abtheilung derselben Sedimentgruppe unbedenklich gleichstellen<sup>1)</sup>.

### Jura.

Gleichzeitig mit den Untersuchungen über die Kreideablagerungen im Pariser Becken nahmen jene im Jura ihren Fortgang. Nachdem Montmollin durch volle zehn Jahre (1825—1835) mit rastlosem Eifer sich der Aufsammlung und dem Studium der vorzugsweise in den sogenannten Hauterivemergeln und den darüber folgenden kalkigen Lagen enthaltenen organischen Reste gewidmet, gelangte er im Jahre 1835 zu dem Schlusse, dass man es in der die nächste Umgebung von Neuchâtel bildenden Schichtfolge mit einem Gliede nicht der Juraformation, wie bisher mit L. v. Buch irrthümlich angenommen wurde, sondern mit einer Abtheilung der Kreideformation zu thun habe, welche so ziemlich mit dem unteren Grünsande Englands gleichzeitig sei<sup>2)</sup>. Diese letztere Vorstellung erwies sich in der Folge freilich als weniger richtig, denn die von Voltz und Thirria<sup>3)</sup> verfochtene Meinung, dass die cretacische Schichtfolge bei Neuchâtel, ähnlich wie die gleichen Ablagerungen im französischen Jura, wiewohl einerseits jünger als alle Jurasedimente, andererseits dennoch älter sei als alle bis dahin bekannten Grünsandablagerungen des anglo-gallischen Beckens, ein Verhältniss, welches die beiden Forscher durch die Bezeichnung der fraglichen Ablagerung als *Jura-cretacé* anzudeuten suchten.

In der im Herbste 1835 zu Besançon stattgefundenen Versammlung der Jurageologen wurden in erster Reihe die Resultate der Studien Montmollin's und Thirria's discutirt und Thourmann, der hierüber an Beaumont berichtet<sup>4)</sup>, gebraucht für die neue Bildung, über deren genaue Aequivalenz man nicht ganz schlüssig geworden, um jedes Vorurtheil zu vermeiden, den Localnamen *Neocomien*, der aber, da er ein bis dahin unbekanntes Formationsglied kurz und treffend bezeichnet, sich fortan in der Literatur erhalten hat.

Gestützt auf die bei Neuchâtel gewonnenen Resultate sehen wir in den nächsten Jahren die Jurageologen sich mit den verschiedenen isolirten Kreidepartien beschäftigen, wie sie, langgestreckten

<sup>1)</sup> Vergl. d'Orbigny, Cours élém. II., p. 577.

<sup>2)</sup> Montmollin, Sur le terr. cré. du Jura. Mém. soc. sc. nat. de Neuchâtel T. I. 1835, p. 49.

<sup>3)</sup> Thirria, Sur le terr. Jura-cret. de la Franche-Comté. Annales des mines 3<sup>e</sup> sér. Vol. X. 1836, p. 145.

<sup>4)</sup> Thourman, Bull. soc. géol. Fr. VII., 1835—1836, p. 209.

Inseln vergleichbar, viele Synklinalthäler des Jura füllen, so Nicolet<sup>1)</sup> bei La Chaux-de-Fonds, Marcou<sup>2)</sup> bei Salins, Lardy<sup>3)</sup>, Roux<sup>4)</sup>, Pidancet und Lory<sup>5)</sup>, Campiche<sup>6)</sup> bei St. Croix.

Besonders in den Arbeiten Campiche's und Marcou's begegnen wir dem Bestreben, die untere Grenze der Kreideformation, welche durch Montmollin selbst nicht klar genug fixirt erscheint, genau festzustellen. In diesem Bestreben war Campiche mehr begünstigt durch den Umstand, dass er bei St. Croix in den fraglichen tiefsten Schichten an der Grenze gegen den Jura eine ausreichende Menge gut erhaltener Fossilien fand, welche ihn lehrten, dass die unterste, vorwiegend kalkige Schichtgruppe der jurassischen Kreideserie von der höheren, durch Montmollin studirten, wesentlich abweiche und daher von dieser getrennt gehalten werden müsse. Er unterscheidet dieselbe daher als Néocomien inférieur.

Später (1853) wurden insbesondere die Echiniden dieser tiefsten Abtheilung des jurassischen Neocom von Désor<sup>7)</sup> näher untersucht und ihre durchgreifende Verschiedenheit von den Echiniden der höheren Schichtgruppe nachgewiesen. Désor befürchtet mit Recht, dass die von Campiche vorgeschlagene Bezeichnung Néocomien inférieur leicht Veranlassung geben könne zu einer Verwechslung der untersten Abtheilung des jurassischen Neocom mit jenem Gliede der Kreide im Parisèr Becken, welches d'Orbigny unter der gleichen Bezeichnung Néoc. inférieur ausgeschieden hat. Dieses Néoc. inférieur d'Orb. ist de facto höher als das jurassische Néoc. inférieur Camp., indem es mit der ursprünglich von Montmollin untersuchten Schichtgruppe der Hauterivemergel und gelben Kalke, die über dem Néoc. inférieur Camp. liegt und von Campiche als Néoc. moyen bezeichnet wird, gleiches Alter besitzt. Zur Vermeidung von Missverständnissen schlug daher Désor für die tiefste Abtheilung des jurassischen Neocom die neue Bezeichnung Valangien vor (p. 177 l. c.). Diese Bezeichnung hat in der Folge in der Literatur überall Eingang gefunden und wird von Campiche selbst in der geognostischen Einleitung, welche er zu dem grossen, überaus werthvollen paläontologischen Werke Pictet's über St. Croix im Vereine mit Tribolet geschrieben, gebraucht<sup>8)</sup>.

Zum Schlusse dieses als Einleitung dienenden geologischen Résumé über die Kreideinsel bei St. Croix geben Campiche und Tribolet eine Eintheilung der jurassischen Kreide, die für alle späteren Arbeiten über diesen Gegenstand bis heute im Wesentlichen massgebend geblieben ist und im Vereine mit den paläontologischen Unter-

<sup>1)</sup> Nicolet, Sur la constit. géol. de la vallée de La Chaux-de-Fonds. Mém. soc. sc. nat. de Neuchâtel II, 1839, p. 1.

<sup>2)</sup> Marcou, Jura Salinois. Mém. soc. géol. Fr. 1848, III, pt. 1.

<sup>3)</sup> Lardy, Bull. de la soc. Vaudoise 1844, p. 345.

<sup>4)</sup> Roux, Archives de la Bib. univ. de Genève 1847, T. V., p. 286.

<sup>5)</sup> Pidancet et Lory, Mém. soc. d'émul. de Doubs 1847.

<sup>6)</sup> Campiche, Bull. soc. vaud. sc. nat. 1851, T. III., p. 253.

<sup>7)</sup> Désor, Sur l'étage inf. du groupe néoc. Bull. soc. sc. nat. de Neuchâtel. 1853, T. III., p. 172.

<sup>8)</sup> Campiche et Tribolet, Descr. géol. des environs de St. Croix, in Pictet, Mat. pour la paléont. Suisse I. St. Croix., p. 17.

suchungen Pictet's<sup>1)</sup> und seiner Mitarbeiter (Campiche, de Loriol, Renevier u. A.) einen Abschluss der ersten Untersuchungsperiode in der jurassischen Kreide bedeutet.

Von besonderem Interesse und der wichtigste Theil des erwähnten Kreideschemas ist die folgende Eintheilung der Neocomgruppe.

Étage Neocomien	{	Aptien	{ Grés durs Marnes aptiennes
		Urgonien	{ Calc. à Caprotines Calc. jaune urgonien
		Néoc. moyen	{ Calc. jaune du néoc. moyen Marnes grises et bleues Marnes à bryozoaires
		Néoc. infér.	{ Calc. roux Marnes infér.

Bei diesem Schema fällt, abgesehen von der Ausscheidung des Néoc. infér. oder Valangien, die oben schon besprochen wurde, erstens die Zurechnung eines Theiles des Calc. jaune zum Urgon, conform der Auffassung Lory's<sup>2)</sup>, zweitens das Einbeziehen des Aptien in die Neocomgruppe auf.

Wie richtig die Auffassung des ersteren Verhältnisses war, haben die späteren eingehenden Studien de Loriol's<sup>3)</sup> über die Fauna der oberen Abtheilung der gelben Kalke bei Landeron auf das Glänzendste erwiesen.

Die Zuziehung des Aptien zur Neocomgruppe von Seite Campiche's und Tribolet's war nicht etwa die Folge einer gedankenlosen Annahme der ursprünglichen d'Orbigny'schen Anschauungsweise, sondern das Resultat einer in den eigenen Studien begründeten Ueberzeugung, wie dies aus der Aeusserung (p. 22., St. Croix I.) hervorgeht: „Suivant leur nature, ces couches (aptiennes) s'associent à l'urgonien etc.“, und wie es ferner aus dem Umstande einleuchtet, dass sich die beiden Forscher zu den Resultaten der Untersuchungen Prof. Renevier's an der Perte du Rhône<sup>4)</sup>, nach denen die Aptienbildungen zur höheren Gruppe der Grés verts zu ziehen wären, in bewusste Opposition setzen.

In den späteren ausführlichen Arbeiten über jurassische Kreide, welche von Désor und Gressly<sup>5)</sup>, Marcou<sup>6)</sup>, Jaccard<sup>7)</sup>,

<sup>1)</sup> Pictet, Paléontologie Suisse. Sér. 1—6, 1854—72.

<sup>2)</sup> Lory, Terr. cré. du Jura. Mém. soc. d'émul. du Doubs. III., 1857, pag. 264.

<sup>3)</sup> P. de Loriol et Gilliéron, Étage urgonien infér. du Landeron. Mém. soc. helv. sc. nat. T. XXIII. 1869.

<sup>4)</sup> E. Renevier, Sur la Perte du Rhône. Mém. soc. helv. sc. nat. Zürich. T. XIV. 1855.

<sup>5)</sup> Désor et Gressly, Sur le Jura Neuchâtelois. Mém. soc. sc. nat. de Neuchâtel. T. IV. 1859.

<sup>6)</sup> Marcou, Néoc. dans le Jura. Archives de sc. de la Bibl. univ. de Genève 1859.

<sup>7)</sup> Jaccard, Jura Vaudois et Neuchâtelois. Mater. p. la carte géol. de la Suisse. T. VI. 1869.

Vézian<sup>1)</sup> geliefert wurden, sehen wir, was die Stellung des Aptien betrifft, die Forscher durchwegs auf Seite Prof. Renevier's. Ihr Verhalten erscheint gerechtfertigt, wenn man sich entweder auf den localpatriotischen Standpunkt Herrn Marcou's stellt, nach welchem nur die Aequivalente derjenigen Bildungen, die an der typischen Localität Neuchâtel vertreten sind, zur Neocomgruppe gezogen werden dürfen, oder auf den streng historischen Standpunkt, wornach das Aptien im Jura als Aequivalent der unteren Abtheilung der Greensandgruppe Fitton's erscheint. Anders dürfte sich die Sachlage gestalten, wenn man sich auf den naturhistorischen Standpunkt stellt, von welchem aus schon der Schöpfer des Aptien, d'Orbigny, wie es nach neueren Erfahrungen scheint, mit Recht das Aptien ursprünglich zur Neocomgruppe gezogen hat<sup>2)</sup>.

Wie die classischen Arbeiten Lory's im Dauphiné zuerst gezeigt und die späteren von Coqand und Hébert erhärtet haben, stellt sich das Aptien nur als eine Faciesbildung dar, die an einzelnen Stellen die typischen Bildungen der benachbarten Horizonte des Urgon und Gault ganz verdrängt, an anderen Stellen im Gegentheile von diesen verdrängt wird<sup>3)</sup>. Dieses interessante Verhältniss, in welchem sonach die Aptbildungen mit der Neocomgruppe vielmehr als mit der Grés verts-Gruppe auf das Innigste liirt sich zeigen, wiederholt sich in den Nordalpen von der Provence bis Vorarlberg an vielen Stellen, ist jedoch bis heute noch nicht ausreichend studirt. Uebrigens kennt man auch im Jura Bernois den Fall, wo die im Jura sonst immer in reducirter Form vertretenen Aptbildungen fehlen und der Gault unmittelbar auf Kalke vom Typus des unteren Urgon folgt. Nach der Darstellung des Herrn Greppin<sup>4)</sup> erscheint dieses Verhältniss als Folge einer localen Hebung.

### Rhônebucht.

Eine dritte und bis auf die Gegenwart reichende Untersuchungsperiode der Kreidebildungen wird durch die Arbeiten in den Alpen bezeichnet, welche mit Anfang der Vierziger-Jahre beginnen. Und zwar ist es die Gegend der Rhônebucht, in welcher das Studium der Kreidebildungen in den Nordalpen zunächst in Angriff genommen und am weitesten ausgebildet wurde, und welche daher für die Verhältnisse der nordalpinen Kreide als classisch betrachtet werden muss.

Wenn wir die Reihe der Autoren, welche die Kreideablagerungen in der Rhônebucht zum Gegenstande eingehenderer Studien gemacht haben, überblicken, so bilden dieselben zwei Gruppen, von denen die eine sozusagen mit den Vorbegriffen der engeren französischen Schule,

<sup>1)</sup> Vézian, Sur le Jura. Mém. soc. d'émul. du Doubs. 4e sér., T. VII., 1872—1873.

<sup>2)</sup> Vergl. d'Orbigny, Terr. créat. Atlas. T. II., pl. 236 bis, Classif. nat.

<sup>3)</sup> Lory, Sur la série des terr. créat. du dép. de l'Isère. Bull. soc. géol. Fr. 2e sér. IX., 185., p. 57.

<sup>4)</sup> Greppin, Jura Bernois. Matér. p. la carte géol. de la Suisse T. VIII., 1870, p. 209.

die durch d'Orbigny und d'Archiac in erster Linie repräsentirt wird, an die Untersuchung geht, während die zweite sich ihre Vorbildung im Jura geholt hat. Es braucht wohl nach dem, was im Vorhergehenden über das Verhältniss der Kreidebildungen im anglo-gallischen Becken zu jenen im Jura gesagt worden, kaum noch bemerkt zu werden, dass diejenigen Autoren, denen die Verhältnisse der unmittelbar benachbarten jurassischen Kreide zum Vergleichsobjecte dienen, entschieden im Vortheile sind, wenn es sich um eine richtige Beurtheilung der alpinen Kreide handelt, und es ist sonach hauptsächlich diese Gruppe, deren Arbeiten einen Fortschritt bedeuten und die letzte Untersuchungsperiode inauguriren.

Als d'Archiac (1851) seine *Histoire* und d'Orbigny (1852) den *Cours élémentaire*, die beiden den Abschluss der vorhergehenden Untersuchungsperiode bedeutenden, zusammengreifenden Arbeiten schrieben, kannte man in rohen Umrissen durch die Arbeiten von S. Gras<sup>1)</sup> (Basses Alpes), Coquand<sup>2)</sup> (Provence) und Duval<sup>3)</sup> (Drôme) die Kreidebildungen der östlichen, durch die Arbeiten von E. Dumas<sup>4)</sup> (Gard) und Malbos<sup>5)</sup> (Vivarais) auch jene der westlichen Hälfte der Rhônebucht, und d'Orbigny, der selbst die Verhältnisse im südöstlichen Frankreich aus eigener Anschauung kannte, hat sogar gewisse typische Ablagerungen dieser Gegend bei der Aufstellung einzelner seiner Etagen (Urgonien, Aptien) in erster Linie im Auge gehabt.

Doch hatte auch d'Orbigny, wiewohl viel weiter sehend als sein Rivale d'Archiac, keine klaren Begriffe über das Verhältniss der Kreidebildungen in der Rhônebucht zu jenen im Pariser Becken, und selbst die von ihm genau erkannte enorme Mächtigkeits-Differenz des Neocom in der Rhônebucht (2500 mét.), gegenüber jener im östlichen Theile des Pariser Beckens (ca. 50 Mét.)<sup>6)</sup>, lässt bei ihm keinen Zweifel darüber aufkommen, dass man es hier mit strikten Aequivalenten zu thun habe<sup>7)</sup>. Ebenso wenig lässt sich d'Orbigny in der einmal gefassten Meinung beirren, durch die freilich vereinzelt, aber sehr richtig die Verhältnisse klarstellende ältere Angabe von E. Dumas<sup>8)</sup>, nach welcher die mächtige, tiefste Abtheilung der Kreide im Département Gard von oben nach unten zerfällt, in:

1. Kalke mit *Chama ammonia*,
2. Etage des *Spatangus retusus*,
3. Thonige Mergel mit breiten Belemniten,
4. Compacten Kalk mit *Tereb. diphya* (*diphyoides*), *Bel. latus* und *B. Honoratii*,

<sup>1)</sup> S. Gras, *Statistique minér. et géol. du dép. des Basses-Alpes*, Grenoble 1840.

<sup>2)</sup> Coquand, *Sur les terr. néoc. de la Provence*. Bull. soc. géol. Fr. XI., 1839—1840, pag. 401.

<sup>3)</sup> Duval, *Terr. néoc. de la Drôme*. Ann. de la soc. d'agriculture etc. Lyon, III. 1840.

<sup>4)</sup> E. Dumas, Bull. soc. géol. Fr. III., 2<sup>e</sup> ser., 1845—1846, pag. 630.

<sup>5)</sup> Malbos, *Observ. sur les form. géol. du Vivarais*. Bull. soc. géol. Fr. III. 2<sup>e</sup> sér., 1845—1846, pag. 631.

<sup>6)</sup> Nach Cornuel und Leymerie, *Mém. soc. géol. Fr.* 1841, T. IV., prt. 2,

<sup>7)</sup> Vergl. *Cours élém.* II., pag. 577 die beiden letzten Columnen.

<sup>8)</sup> E. Dumas, Bull. soc. géol. Fr. III., 2<sup>e</sup> sér. 1845—1846, pag. 639.

wovon nur das Glied 2 im Pariser Becken stellenweise ein Aequivalent findet, während die mächtigen Glieder 3 und 4 daselbst vollständig fehlen, wenn sie nicht zum Theile durch Süßwasserbildungen vertreten sind.

Die Periode des intensiveren Studiums der alpinen Kreidebildungen beginnt mit den Arbeiten Lory's im Dauphiné. Wenn man den Gang der Arbeiten Lory's verfolgt, begreift man leicht, dass er wie kein anderer geeignet war, die schwierige Aufgabe in den Alpen zu lösen. Die älteste, zugleich Erstlingsarbeit Lory's<sup>1)</sup> in den Alpen enthält, wie er selbst offen eingesteht<sup>2)</sup>, einen groben Irrthum in Bezug auf die Auffassung der alpinen Neocombildungen. Auf diesen ersten Versuch hin sehen wir Lory längere Zeit hindurch im Jura thätig und, wie die vielen diesbezüglichen Arbeiten<sup>3)</sup> zeigen, auf das Innigste mit den Verhältnissen der jurassischen Kreide vertraut werden. Erst nachdem er die Schule in der jurassischen Kreide durchgemacht, kehrt Lory wieder zu den Alpen zurück und beginnt seine Arbeiten in einem dem Jura zunächstliegenden Theile derselben<sup>4)</sup>, so zwar, dass er den Faden der Untersuchung continuirlich aus dem Jura nach den Alpen hinüberführt, indem er genau die Veränderungen verfolgt, welche die Bildungen des obersten Jura sowohl, als der aufgelagerten Kreide vom Juragebiete her nach den Alpen durchmachen. Aber auch innerhalb der Alpen bilden für Lory die lithologischen, sowie die damit innig zusammenhängenden faunistischen Abänderungen oder Faciesverschiedenheiten, welche die Kreideablagerungen von einer Stelle zur anderen durchmachen, den Gegenstand fortgesetzter Aufmerksamkeit.

Dieser an Bedeutung immer mehr gewinnenden Richtung des stratigraphischen Studiums bleibt Lory auch in seiner späteren, ausführlichen Arbeit über das Dauphiné<sup>5)</sup> treu. In dieser theilt Lory (pag. 281 u. f.) die Neocombildungen im Dauphiné in eine tiefere und eine obere Etage. Letztere ist gleichbedeutend mit dem Urgonien d'Orbigny's. Dagegen begreift die erstere einen sehr mächtigen und mannigfach entwickelten Schichtcomplex. Vom Jura her nach den Alpen verfolgt, nimmt diese „Étage néocomien inférieur“ an Mächtigkeit gewaltig zu und ändert zugleich ganz und gar ihre lithologischen

<sup>1)</sup> Lory, Etudes sur les terr. sécond. des environs de Grenoble. Nantes 1846.

<sup>2)</sup> Bull. soc. géol. Fr. 1851—1852, pag. 56.

<sup>3)</sup> Lory et Pidancet, Mém. sur les relations du terr. néoc. avec le terr. jurass. dans les environs de St. Croix. Mém. soc. d'émul du Doubs. III., 1847. pag. 83.

Lory, Sur la présence et les caractères de la craie dans le Jura. Bull. soc. géol. Fr. VI., 1848—1849, pag. 690.

Lory, Note sur le terr. néoc. des monts Jura. Comptes rendus XXVIII., 1849, pag. 633.

Lory, Fossiles d'eau douce dans l'assise infér. du terr. néoc. du Jura. Comptes rendus XXIX., 1849, pag. 416.

Lory, Mém. sur les terr. cré. du Jura. Mém. soc. d'émul du Doubs. III., 1857, pag. 235.

<sup>4)</sup> Lory, Sur la série des terr. cré. du dép. de l'Isère. Bull. soc. géol. Fr. 1851—1852, pag. 51.

<sup>5)</sup> Lory, Description géol. du Dauphiné. 1860. Im Anszug: Esquisse etc. Bull. soc. géol. Fr. V., 1857—58, pag. 10.

sowohl als faunistischen Charaktere so, dass Lory, gewissermassen als Extreme, zwei Typen der Kreide unterscheidet.

Der eine „Type provençal ou facies vaseux, pélagique“ wird von vorwiegend mergeligen Ablagerungen gebildet, welche fast ausschliesslich Cephalopoden, und zwar meist in der deformirten Gestalt von *Acyloceren*, *Scaphiten* etc. führen. Dieser Typus tritt herrschend auf in den alpinen Gegenden der Rhônebucht, wesshalb er auch später von Pictet<sup>1)</sup> die heute allgemein übliche Bezeichnung „Facies alpin“ erhalten hat, mit Unrecht wohl, da er sich ebensogut auch am rechten Rhôneufer, am Ostfusse des französischen Centralplateaus im Vivarais und Gard typisch entwickelt findet und gerade hier von Pictet (Berrias) studirt wurde.

Der andere „Type jurassien ou facies littoral de l'étage néoc. infér.“ findet sich vorwiegend im Jura und in den an den Jura zunächst angrenzenden Theilen der Voralpen vertreten, so dass dessen Verbreitung so ziemlich mit jener der jurassischen Corallienkalken zusammenfällt, die, ähnlich wie der jurassische Kreidetypus, weiter in den Alpen, wo der „Type vaseux“ herrscht, verschwinden. Im „Type jurassien“ sind kalkige Ablagerungen das herrschende Element, zwischen die nur seltener sich Mergellagen einschieben. Die Fauna besteht vorwiegend aus sesshaften Formen, zumeist *Pelcypoden*, *Echiniden*, *Bryozoën*, *Spongiten*, während die freischwimmenden Formen nur selten, zudem auf bestimmte Schichten und Localitäten beschränkt sich finden und niemals Deformationen zeigen.

In der Gegend von Grenoble treffen die Verbreitungsgebiete der beiden so verschieden entwickelten Typen aneinander und demgemäss findet hier eine Combination, ein Ineinandergreifen beider Typen statt, und tritt gewissermassen ein dritter, neuer Mischtypus „Type mixte des environs de Grenoble“ auf, der insoferne der interessanteste ist, als er über die relative Lagerung der einzelnen Glieder der beiden Haupttypen Aufschluss gibt.

Die Erklärung für die beiden Typen der Kreide in der helvetischen Mediterranbucht sucht Lory in den Tiefenverhältnissen des Kreidemeeres und ist nach ihm die Schlammfacies eine „Facies pélagique“, also eine Tiefseebildung im Gegensatze zu dem jurassischen Typus, der eine „Facies littoral“, also eine Seichtseebildung vorstellt.

Zu der Meinung, dass die Schlammfacies eine Tiefseebildung sei, sieht sich Lory hauptsächlich durch die Fauna derselben veranlasst, die in überwiegender Mehrzahl aus Cephalopoden, also, nach den gangbaren Begriffen, aus pelagischen Schwimmern besteht. Nur übersieht dabei Lory, dass die Stellen, wo sich die Reste der Cephalopodenfaunen finden, nicht nothwendiger Weise jene Stellen sein müssen, an denen die Cephalopoden lebten, wohl aber ohne Zweifel jene Stellen sind, an denen die Schalen derselben strandeten, also doch nur Seichtstellen gewesen sein können.

Diesem Umstande entspricht sehr gut die geographische Position, in der wir die Stellen mit Schlammfacies immer treffen, nämlich an

<sup>1)</sup> Pictet, Terr. néoc. du Voiron. Matér. p. l. paléont. Suisse, 2. sér. 1853, pag. 63.

irgend eine grössere Festlandmasse der Kreideepoche sich unmittelbar anlehnend, sonach als wahre Küstenbildungen.

Dieses Verhalten zeigen die Stellen mit jurassischer Facies nicht. Im Gegentheile scheinen die Punkte, an denen diese Facies auftritt, von den Ufern des ehemaligen Kreidemeeres fern gelegen und von der Trübung verschonte Seichtstellen im Kreidemeere gebildet zu haben. Die Bezeichnungen „Facies pelagique“ und „Facies littoral“ sind sonach nicht sehr zutreffend und eher geeignet, falsche Begriffe zu fördern.

Das Gleiche gilt auch von ihren Synonymen „Facies alpin“ und „Facies jurassique“. Denn die beiden in Rede befindlichen Ausbildungsformen der Kreide sind, wie sich nach neueren Erfahrungen immer deutlicher herausstellt, durchaus nicht auf gewisse geographische Provinzen beschränkt, sondern treten überall da auf, wo die Verhältnisse zur Bildung der einen oder der anderen Facies günstig waren, unbekümmert um die geographische Position der betreffenden Stelle.

Es ist überhaupt sonderbar, dass man Bildungen, deren Scheidung auf petrographisch-faunistische Charaktere basirt ist, nicht nach diesen, sondern nach nicht ganz verbürgten geographischen oder gar auf die Entstehung der Bildungen bezüglichen hypothetischen Momenten zu benennen sich bemüht. Sollten die Bezeichnungen „Facies vaseux“ und als Gegensatz hiezu etwa „Facies corallien“, die nur das die Scheidung zunächst begründende Moment berücksichtigen, sich von allen Annahmen fernhalten und daher kein Vorurtheil schaffen, nicht ebensogut ausreichen. Es wäre überhaupt ein grosser Fortschritt für die stratigraphische Forschung erzielt, wenn man für gewisse Facies, die mit immer gleichen Charakteren sich in den verschiedensten Formationen wiederholen, eine feststehende, von Ort und Zeit unabhängige Bezeichnung hätte, schon aus dem Grunde, weil die gleichartigen Faunen solcher isopischer Ablagerungen das einzig rationelle Object für Descendenzstudien abgeben können.

Während Lory, wie im Vorstehenden gezeigt wurde, bei der „Étage néocomien inférieur“ die Ersetzung der jurassischen Corallienfacies durch die in den Alpen mächtig auftretenden Mergelbildungen klar erfasst, beurtheilt er die ganz gleichen Erscheinungen an der oberen Neocomgrenze von einem ganz anderen Gesichtspunkte. Derselbe zeigt<sup>1)</sup> sehr schön, dass die unter der Bezeichnung Aptien bekannten Mergelbildungen im Dép. Isère fehlen, dagegen im südlichen Drôme und im westlichen Theile der Basses Alpes, also im Verbreitungsgebiete des Type vaseux der unteren Neocometage, mächtig entwickelt sind, im Gegensatze zu den oberneocomen oder Urgon-Kalken, welche sowie auch die Gaultlage gerade da fehlen, wo die Aptmergel dominiren, dagegen mächtig entwickelt sind im Dép. Isère, wo die Aptmergel auskeilen.

Das Zunächstliegende wäre wohl, in diesem interessanten Verhältnisse eine Analogie mit der unteren Neocometage zu sehen und einen Facieswechsel gleichzeitiger Bildungen anzunehmen so, dass die Apt- und Urgon-Bildungen einander in den benachbarten Gebieten ersetzen,

<sup>1)</sup> Descr. geol. du Dauphiné. pag. 326.

umsomehr, als die beiden, einander im Allgemeinen ausschliessenden Facies des oberen Neocom mit den isopischen Bildungen der tieferen Neocometage im Verbreitungsgebiete übereinstimmen.

Diesen Schluss jedoch, der nur eine weitere Consequenz seiner Ansichten über die Faciesverhältnisse der unteren Neocometage wäre, zieht Lory nicht. Im Gegentheile meint derselbe, nachdem er die thatsächlichen Verhältnisse an der oberen Neocomgrenze angeführt<sup>1)</sup>: „Ces faits tendent à montrer que, dans le cours de la période crétacée, les eaux de la mer ont, à plusieurs reprises, envahi ou abandonné les diverses parties de notre region.“ Wie aus seinen weiteren Ausführungen hervorgeht, stellt sich Lory das vom Apt eingenommene Areale während der Urgonzeit trockengelegt, und umgekehrt, während der Aptzeit das vom Urgon eingenommene Areale über Wasser gehoben vor. Darauf sinkt während der Gaultzeit wieder das Urgonareale, während das Aptareale wieder gehoben wird, wie aus der Bemerkung hervorgeht<sup>2)</sup>: „Puis une nouvelle oscillation du sol détermine une distribution précisément inverse des terres et des mers, et le dépôt du gault se fait exclusivement dans les parties qui ont échappé à celui des marnes aptiennes.“

Lory stellt sich also die Erscheinungen an der oberen Neocomgrenze durch eine Art schaukelnde Bewegung des Bodens verschuldet vor, wodurch immer einzelne Theile über das Meeresniveau gehoben wurden, während gleichzeitig andere unter Wasser sich senkten. Demgemäss müsste, nach Lory, die Kreideseerie in der Rhônebuch an der oberen Neocomgrenze ziemliche Lücken aufweisen, was freilich schlecht mit dem Umstande stimmt, dass sich an den fraglichen Stellen nicht die geringste Discordanz bemerken lässt, ebensowenig wie andere Vorkommnisse, die auf ein Trockenliegen der Unterlage schliessen lassen<sup>3)</sup>. Lory arbeitet überhaupt noch stark mit Lücken, eine Anschauungsweise, die heute an sehr vielen Stellen schon der besseren Einsicht weicht.

Für die Lückentheorie Lory's bezeichnend ist übrigens, was derselbe von der Fauna der Aptmergel<sup>1)</sup> sagt: „Cette faune des marnes d'Apt a une grande analogie avec celle des marnes néocomiennes inférieures des Hautes-Alpes; elle semble toutefois indiquer un dépôt plus essentiellement littoral et formé dans des eaux moins profondes.“ Man fragt sich unwillkürlich bei dieser Stelle, wie es möglich ist, zwei aufeinanderfolgende Bildungen von der gleichen Facies, wie die Aptmergel und die unteren Neocommergel, auf Grund eben dieser Facies zur Hälfte für littorale Seichtseebildungen, die tiefere Hälfte aber für eine pelagische Bildung zu erklären. Eine weitere Frage, die man sich nach dem Urtheile, das Lory über die Aehnlichkeit der Aptfauna mit der Fauna des unteren Neocom fällt, stellen muss, ist die Frage nach den Gründen, welche Herrn Prof. Renévier veranlassten, das Aptien statt zur Neocomgruppe vielmehr zur nächsthöheren Gruppe der Grés verts zu ziehen. Man sollte denken, dass

<sup>1)</sup> Desc. géol. du Dauphiné, pag. 370.

<sup>2)</sup> Descr. géol. du Dauphiné, pag. 371.

<sup>3)</sup> Vgl. Lory, Descr. géol. du Dauphiné, pag. 326.

die Charaktere des Aptien an den typischen Localitäten, welche Herr Lory bei seinem Urtheile im Auge hat, mehr ins Gewicht fallen, als jene des verkümmerten Aptien an der Perte du Rhône, welches Herr Prof. Renevier untersucht hat. Herr Prof. Renevier ist übrigens in neuerer Zeit ganz mit Recht von seiner älteren Meinung abgekommen<sup>1)</sup>.

Da wo die Verbreitungsbezirke der beiden Facies des oberen Neocom aneinandertreffen, wie in der Gegend von Villard de Lans, finden sie sich, ähnlich wie die beiden Facies der unteren Neocometage, in reducirter Mächtigkeit beide vertreten und zwar so, dass die Aptmergel vorwiegend das Hangende, die Urgonkalke das Liegende bilden, ähnlich wie dies an der Perte du Rhône und im Jura der Fall ist. Dieser Umstand hat d'Orbigny hauptsächlich veranlasst, die Aptmergel für eine jüngere Etage anzusehen als die Urgonkalke, was sie auch zum Theile in der That sind, besonders da, wo sie auch zugleich das Aequivalent der Gaultlage vorstellen, wie im südlichen Drôme, wo unmittelbar über Aptmergeln, und zwar ohne scharfe Grenze<sup>2)</sup>, die Craiegruppe folgt<sup>3)</sup>. Ursprünglich rechnete d'Orbigny, veranlasst durch den innigen Nexus, in welchem die Aptmergel zum Neocom stehen, dieselben seiner *Étage néocomien* zu<sup>4)</sup>. Erst später<sup>5)</sup> trennt derselbe das Aptien als selbständige Etage ab und erklärt die sich consequenter Weise ergebenden Lücken durch Bodenschwankungen<sup>6)</sup>. Der gleichen Aenderung seiner Anschauungen begegnen wir auch bei Lory, der das Aptien in seinen älteren Schriften<sup>7)</sup> zur Neocomgruppe zieht, später aber<sup>8)</sup>, ähnlich wie d'Orbigny, als selbstständige Etage vom Neocom trennt. Um die Schilderung der Arbeiten Lory's nicht zu unterbrechen, wollen wir später bei Besprechung der einschlägigen Arbeiten Coqand's auf die Frage der Stellung des Aptien zurückkommen.

Ein weiteres, sehr wichtiges Resultat der Arbeiten Lory's im Dauphiné ist der klar geführte Beweis dafür, dass die Valangienkalke des Jura, das tiefste Glied der jurassischen Kreide, innerhalb der alpinen Bezirke in den Kalken von Fontanil ihr Aequivalent finden, dass aber die Kreideserie in den Alpen mit diesem Aequivalente des Valangien noch nicht nach unten abschliesst, wie im Jura, sondern dass unter den Kalken von Fontanil eine mächtige, noch der Kreideformation zugehörige Mergelbildung „*Marnes néocomiennes inférieures*“ mit *Belem. latus*, *Ammon. semisulcatus*, *Ammon. neocomiensis* etc. sich finde, oder mit anderen Worten, dass die Kreideserie in den Alpen an der unteren Grenze vollständiger sei, als im Jura.

<sup>1)</sup> Vgl. Renevier, Tableau des terr. séd. Bull. soc. Vaud. sc. nat. XIII., 1874, pag. 237.

<sup>2)</sup> Vgl. Lory, Descr. géol. du Dauphiné, pag. 328.

<sup>3)</sup> Vgl. d'Orbigny, Cours élém. II. pag. 610.

<sup>4)</sup> Vgl. d'Orbigny, Terr. cré. II. Atlas pl. 236 bis, Classification naturelle.

<sup>5)</sup> Cours élém. II. pag. 607.

<sup>6)</sup> Cours élém. II. pag. 610.

<sup>7)</sup> Lory, Terr. cré. du dép. de l'Isère. Bull. soc. géol. Fr. IX. 1851—1852 pag. 57.

<sup>8)</sup> Lory, Descr. géol. du Dauphiné, 1860, pag. 325.

Wie die späteren Arbeiten Pictet's gezeigt haben, sind die *Marnes néoc. infér. Lory's* oder wie sie Pictet nennt „*Marnes à Belcm. latus*“, mit denen Lory die Kreideserie nach unten abschliessen lässt, noch nicht das tiefste Glied der Kreide in der Rhônebuch. Unter diesen Mergeln folgt noch ein stellenweise bis 500 Meter mächtiges Lager von Cementkalken, welche die Fauna von Berrias führen.

Diese Fauna machte Pictet zum Objecte eingehender Studien<sup>1)</sup> und kommt<sup>2)</sup> zu dem Schlusse, dass dieselbe an die Fauna der darüberfolgenden Latusmergel sich auf das Innigste anschliesse, und so wie diese, unzweifelhaft der Kreideperiode angehöre. Wir sehen sonach aus den Arbeiten Lory's und Pictet's auf das Klarste, dass in den Alpen unter dem Aequivalente des tiefsten jurassischen Kreidegliedes, den Kalken von Fontanil, eine bis 1000 Meter mächtige Serie von mergeligen und mergeligkalkigen Bildungen sich finde, die ihrem faunistischen Inhalte nach der Kreideperiode zugezählt werden muss. Wie im Folgenden sich herausstellen wird, findet sich dieser mächtige Horizont, dem im Jura eine theilweise durch Süßwasserbildungen gekennzeichnete Lücke entspricht, in den ganzen Nordalpen, von der Provence an bis nach Vorarlberg, mit so ziemlich gleichbleibenden Charakteren vertreten, wurde aber, zumal in der Ostschweiz, bis in die jüngste Zeit sehr verkannt.

Von den Arbeiten, welche auf Lory's grundlegende Untersuchungen folgend die Kreidebildungen in der Rhônebuch zum Gegenstande haben, sind ausser den bereits erwähnten, Neues und Bleibendes schaffenden von Pictet hauptsächlich die Arbeiten von Reynés, Coquand und Hébert von Interesse.

Die Arbeiten Reynés' haben für den Fortschritt der Kenntniss der Kreideablagerungen in der Rhônebuch keine grosse Bedeutung. Die ältere Arbeit<sup>3)</sup> ist ganz in der Manier der *Histoire d'Archiacs* gehalten, behandelt also vorwiegend referirend der Reihe nach die Kreidebildungen der 14 Dép. der Rhônebuch, leider ohne die wünschenswerthe Schärfe sowohl was das historische als auch was das thatsächliche Materiale betrifft. In der zweiten Arbeit versucht Herr Reynés<sup>4)</sup> eine neue allgemeine Eintheilung der Kreideablagerungen nach dem Muster der Oppel'schen Jurazonen. Da aber die zehn Kreidehorizonte Herrn Reynés' (p. 187 l. c.) niemals in der Wissenschaft angenommen wurden, brauchen wir auf dieselben nicht näher einzugehen.

Mehr Interesse bieten die Arbeiten Coquand's, darunter insbesondere diejenige, in welcher er die neue Etage Barrémien aufstellt<sup>5)</sup>,

<sup>1)</sup> Pictet, *Études paléont. sur la faune à Terebratula diphyoïdes de Berrias. Mélanges paléont. I. 1867.*

<sup>2)</sup> *Consider. généraux sur l'ensemble de la faune. pag. 128 l. c.*

<sup>3)</sup> Reynés, *Études sur le synchronisme et la délimitation de terr. cré. du sud-est de la France. Mém. soc. d'émul. de la Provence I. 1861.*

<sup>4)</sup> Reynés, *De l'étage dans la form. cré. Mém. soc. d'émul. de la Provence III., 1865, p. 175.*

<sup>5)</sup> Coquand, *Sur la convenance d'établir dans le groupe infér. de la form. cré. un nouvel étage entre le néoc. prop. dit et le néoc. supér. Mém. soc. d'émul. de la Provence. I., 1861, p. 127.*

und jene, in der er diese Etage wieder einzieht<sup>1)</sup> zu Gunsten eines neuen Lieblings, den er in Spanien kennen gelernt<sup>2)</sup>, und dem er nun so ziemlich die ganze untere Kreide zuweisen möchte, der Etage Aptien.

Als Barrémien bezeichnet nämlich Herr Coquand einen stellenweise 30—60 Mét. starken Complex von lichtem, compacten Kalke mit vielen Kieselausscheidungen, der eine reiche Cephalopodenfauna führt und speciell durch *Scaphites Ivanii* und *Ancyloceras Emerici* charakterisirt wird. Dieser Kalk liegt einerseits über dem durch *Echinospatagus cordiformis* charakterisirten Mittelneocom, andererseits unter den Kalken mit *Requienia ammonia*, hat sonach genau die bathrologische Stellung des Urgonien inférieur oder Pierre jaune de Neuchâtel, mit dem er auch, wie es scheint, trotz des Widerspruches des Herrn Désor<sup>3)</sup>, mit Recht von Herrn Coquand ursprünglich parallelisirt wird. Trotz dieser richtigen Parallele verwahrt sich aber Herr Coquand merkwürdiger Weise (p. 128 l. c.) gegen die Auffassung d'Orbigny's<sup>4)</sup>, nach welcher die Kalke von Barrémien eine „Facies côtier“ des Urgon darstellen. Dass d'Orbigny hiebei nicht an das obere Urgon oder die Kalke mit *Requienia ammonia*, sondern an die unteren Partien der Urgonkalke dachte, die nie Rudisten, sondern auch in den Alpen und anderwärts, wo sie normal entwickelt sind, die Fauna des Pierre jaune führen, geht aus der ausdrücklichen Bemerkung d'Orbigny's<sup>5)</sup> klar hervor, dass die *Requienia ammonia* und die Fauna, in deren Gesellschaft sie sich findet, einem „Horizon plus élevé“ angehört, als die Cephalopodenfauna der Barrémienkalke. Sonach hat Herr Coquand eigentlich nur einen neuen Namen gegeben für etwas, was d'Orbigny lange vor ihm sehr richtig aufgefasst hat. Immerhin ist die kurze Bezeichnung Barrémien für die Cephalopodenfacies des unteren Urgon sehr gut zu brauchen, im Gegensatze zu jener „Facies sous-marin“<sup>6)</sup>, die bei Orgon typisch auftritt und für welche eigentlich die d'Orbigny'sche Bezeichnung Urgonien in erster Linie gilt.

Als Facies sous-marin des Urgon fasst d'Orbigny einen 1000 Met. mächtigen Kalkcomplex auf, dessen oberste Lagen wohl durch *Requienia ammonia* ausgezeichnet sind, dessen weitaus grössere untere Hälfte jedoch in der Regel keine Rudisten führt, wie dies in den ganzen Nordalpen der Fall ist an allen Stellen, an denen sich die Kalkfacies von Orgon vertreten findet, ähnlich wie auch im Jura speciell bei Landeron. Im Jura haben schon 1858 (St. Croix I.) Pictet und Campiche diese untere Hälfte der Urgonkalke „Roches du Mauremont Marcou's“, sehr klar von den oberen Rudistenlagen getrennt.

<sup>1)</sup> Coquand, Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure. Bull. soc. géol. Fr. XXIII., 1865—1866, p. 560.

<sup>2)</sup> Coquand, Monographie paléont. de l'étage Aptien de l'Espagne. Mém. soc. d'émul. de la Provence III., 1865, p. 191.

<sup>3)</sup> Désor, Sur l'étage Barrémien de M. Coquand. Bull. soc. sc. nat. de Neuchâtel VI., 1864, p. 542.

<sup>4)</sup> d'Orbigny, Cours élém. II., p. 607.

<sup>5)</sup> d'Orbigny, Prodrôme II., p. 606.

<sup>6)</sup> d'Orbigny, Cours élém. II., p. 637.

In seiner zweiten Arbeit <sup>1)</sup> geht Herr Coquand von der ursprünglichen, mit d'Orbigny's Anschauung übereinstimmenden, gewiss sehr richtigen Auffassung der Barrémekalke als Aequivalent des unteren Urgon oder Pierre jaune wieder ab (p. 562 l. c.) und betrachtet dieselben vielmehr als Aequivalent des Caprotinenkalkes, d. h. des oberen Urgon. Andererseits betrachtet aber Herr Coquand zu gleicher Zeit auch die Aptmergel als Aequivalent des Caprotinenkalkes, und es muss sich jedem, der logisch nach dem Satze weiterschliesst, dass zwei Dinge einem dritten gleich auch untereinander gleich sind, ergeben, dass die Barrémekalke ein Zeitäquivalent des Apt sind, ein Schluss, den Herr Coquand auch in der That (p. 580 l. c.) macht. Nun aber folgen im Bereiche der ausgesprochenen alpinen Kreidefacies, also da wo sie am stärksten entwickelt sind, die Aptmergel erst auf die Barrémekalke und bilden über diesen einen mächtigen, evident jüngeren Schichtcomplex und wir kommen daher mit Herrn Coquand in die unangenehme Lage, einen jüngeren Schichtcomplex für ein Zeitäquivalent einer unmittelbar darunter lagernden älteren Schichtfolge betrachten zu müssen.

Einen Ausweg aus diesem sonderbaren Widerspruche kann man sich nur dann denken, wenn, was aus seiner Darstellung nicht zu ersehen ist, Herr Coquand unter Caprotinenkalk die ganze Masse der Kalke von Orgon begreift, also das ganze Urgonien d'Orbigny's. Dann aber sieht man wieder absolut nicht ein, warum Herr Coquand die Bildungen dieser von d'Orbigny aufs Schärfste umgrenzten und Urgonien genannten Zeitperiode um jeden Preis Aptien heissen will; denn die Mergelbildung, welche d'Orbigny Aptien genannt, stellt sich nach der Vergleichung der positiven Beobachtungen Herrn Coquand's sehr klar als ein in der „Facies côtier“ entwickeltes Aequivalent der oberen Partie des Urgon oder der Kalke mit *Requienia ammonia* heraus, geradeso wie die tiefer liegenden Barrémekalke eine „Facies côtier“ der tieferen Abtheilung der Urgonkalke sind, wie schon d'Orbigny sehr richtig herausgefunden.

Beweise dafür, dass die Aptbildungen und Requienienkalke zum grossen Theile gleichzeitige Bildungen sind, finden sich in den verschiedenen Arbeiten Herrn Coquand's, besonders in denjenigen, welche die Provence <sup>2)</sup>, Aude <sup>3)</sup>, Spanien <sup>4)</sup> also Gegenden betreffen, in denen die unteren Apt- und oberen Urgonbildungen, mehrfach alternirend, zu einem untrennbaren Ganzen, Urgo-Aptien Coqd. vereinigt sind, in grosser Menge. Doch hatte Herr Coquand, so nahe ihm dies auch, nach den diesbezüglichen Arbeiten über das untere Urgon im Jura, gelegen sein sollte, es sich nie beifallen lassen, die grosse Masse der Urgonkalke zu trennen und die wirklich Requienien führenden oberen Lagen von der tieferen grossen Kalkmasse, die den

<sup>1)</sup> Coquand, Modifications etc. Bull. soc. géol. Fr. XXIII. 1865—1866. p. 560.

<sup>2)</sup> Coquand, Description géol. du massif montagneux de la Sainte-Beaume (Prov.) Mém. soc. d'émul. de la Provence III, 1865, p. 73.

<sup>3)</sup> Coquand, Note sur la formation créét. de a montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude). Bull. soc. géol. Fr. XXVI., 1868, p. 187.

<sup>4)</sup> Coquand, Monographie paléont. de l'étage aptien de l'Espagne. Mém. soc. d'émul. de la Provence III., 1865, p. 191.

Barrémekalken äquivalent ist, zu scheiden. Seine Arbeiten hätten gewiss sehr an Klarheit gewonnen, wenn er den ziemlich unklaren Begriff der Chamakalke, die eine so hervorragende Rolle bei allen seinen Untersuchungen spielen, genauer umgrenzt hätte.

Die Bemühungen Herrn Coquand's, die Faciesverhältnisse an der unteren Neocomgrenze aufzuklären, leiden an der wesentlich fehlerhaften Anschauung, dass alle Neocombildungen mit alpiner Facies nur Aequivalente der Barrémekalke seien<sup>1)</sup>. Wie Herr Coquand, trotz der vorhergegangenen, sehr klaren Arbeiten Lorys im Dauphiné, mit solcher Zähigkeit an dieser Ansicht festhalten konnte, ist nicht gut erklärlich. In seinen jüngeren Arbeiten<sup>2)</sup> bequemt sich Herr Coquand wenigstens dazu, die Berriasbildungen, die doch auch in der alpinen Kreidefacies entwickelt sind, für etwas älteres zu halten, betrachtet aber, sonderbarer Weise, diese Bildungen für ein Pendant des Valangien. Dadurch erweitert er einerseits ganz ungerechtfertigter Weise den Begriff des Valangien und macht andererseits eine klare Vorstellung über das richtige Verhältniss der Kreideablagerungen in der Rhônebuch zu jenen im Jura unmöglich.

Die Arbeiten Herrn Coquand's enthalten übrigens eine grosse Menge von sehr sorgfältigen positiven Beobachtungen und müssen für jeden, der sich das Studium der sehr interessanten Faciesverhältnisse in der Rhônebuch zum Gegenstande wählt, neben Lory's Untersuchungen, die Hauptgrundlage bilden, wenn auch die Folgerungen, die Herr Coquand aus seinen Beobachtungen zieht, mitunter nicht als sehr glückliche bezeichnet werden können. Besonders in Betreff der Faciesverhältnisse an der oberen Neocomgrenze, für jene Gruppe von Bildungen, die er Urgo-Aptien nennt, sind die Arbeiten Herrn Coquand's sehr belehrend.

Von den Arbeiten Herrn Prof. Héberts sind für die Verhältnisse der Kreideablagerungen in der Rhônebuch hauptsächlich zwei von Interesse.

Die ältere Arbeit<sup>3)</sup> hat zwar die Kreideablagerungen der Pyrenäen zum Gegenstande und behandelt die Verhältnisse in der Rhônebuch nur insoweit, als sie das nächstliegende Vergleichsobject sind. Da obendrein die tiefsten Kreideglieder in den Pyrenäen fehlen, sind es speciell nur die Verhältnisse an der oberen Neocomgrenze, welche bei dem Vergleiche hauptsächlich in Betracht gezogen erscheinen. Es ist hiebei von Interesse zu sehen, dass auch Professor Hébert, ähnlich wie vor ihm schon Coquand, gestützt zum Theile auf eigene Erfahrung, zum Theile auf die Mittheilungen Lory's, ein Hauptgewicht darauf legt, zu zeigen, dass die unteren Aptschichten mit *Orbituliten* und *Heteraster oblongus*, oder das Rhôdanien Reneviers, der oberen Partie des d'Orbigny'schen Urgon (Néoc. moyen Hébert) angehöre, dass ferner die Cephalopodenkalke von Barrême oder

<sup>1)</sup> Vergl. Bull. soc. géol. Fr. XXIII., 1865—1866., p. 580.

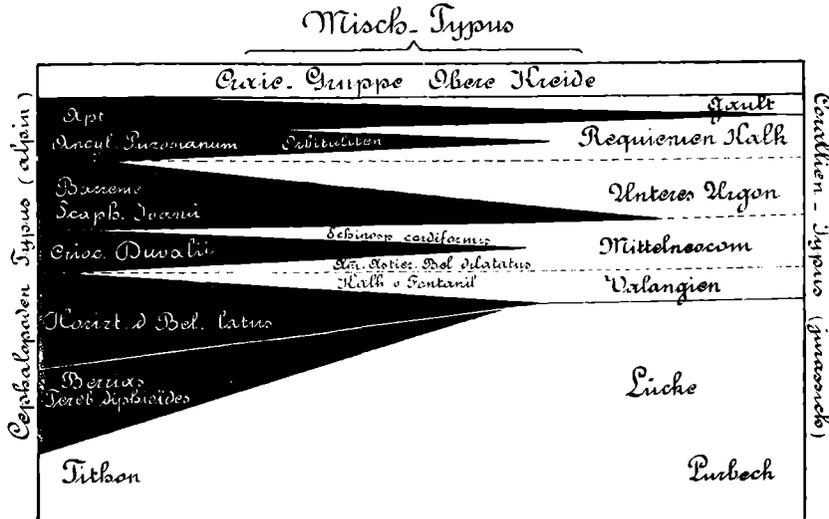
<sup>2)</sup> Coquand et Boutin, Sur les relations qui existent entre la formation jurass. et la form. cré. des cantons de Ganges (Hérault) de St. Hippolyte et de Suméne (Gard). Bull. soc. géol. Fr. XXVI., 1869, p. 834.

<sup>3)</sup> Hébert, Le terr. cré. des Pyrénées. Bull. soc. géol. Fr. XXIV., 1867, p. 323.

das Barrémien Coquand's ein Zeitäquivalent sei der Argiles ostréennes im Pariser Becken, also eines Theiles des Urgonien d'Orbigny's<sup>1)</sup>.

In der zweiten Arbeit<sup>2)</sup> behandelt Prof. Hébert ausschliesslich die untersten Kreidebildungen in der Rhônebuch. Derselbe setzt gewissermassen die Untersuchungen Lory's in der Rhônebuch fort und kommt, was Inductionen von allgemeinerem Interesse betrifft, zu ganz denselben Resultaten, welche zehn Jahre vor ihm Lory erhalten. Eine Neuerung, welche Prof. Hébert in der cit. Arbeit versucht, nämlich die Kalke mit *Terebratula diphyca* (janitor) von Aizy noch zur Kreideserie zu ziehen, ist, trotz der warmen Vertheidigung, die ihr von Seite ihres Autors im Laufe der Jahre zu Theil geworden, bis heute in der Wissenschaft nicht angenommen worden.

Um den Einblick in die im Vorstehenden ausführlicher besprochenen Faciesverhältnisse der Kreideablagerungen in der Rhônebuch zu erleichtern, zugleich als eine Art Ueberblick, möge die folgende rohe Skizze dienen. Dieselbe entspricht wohl keinem bestimmten



Specialfalle, erschöpft andererseits auch nicht die Summen der Erscheinungen, sondern hat vorwiegend nur den Zweck, die Auffassung der Verhältnisse im Allgemeinen zu fördern, dient also mehr einem instructiven als einem wissenschaftlichen Zwecke.

Auch die folgende tabellarische Uebersicht zeichnet, wie alle Zusammenstellungen dieser Art, die Verhältnisse nur in groben Zügen. Dieselbe soll vorwiegend den Gegensatz des ununterbrochenen Absatzes der marinen Sedimente an der Jura-Kreidegrenze in den alpinen Gegenden der Rhônebuch zu der lückenhaften Entwicklung im Jura und in der anglo-gallischen Buch veranschaulichen, ferner, so weit dies thunlich, den Faciesverhältnissen in der helveto-mediterranen Buch Rechnung tragen.

<sup>1)</sup> Vergl. d'Orbigny, Cours élém. II., p. 506.

<sup>2)</sup> Hébert, Le néoc. infér. dans le midi de la France (Drôme, Basses-Alpes). Bull. soc. géol. Fr. XXVIII., 1871, p. 137.



## Zweiter Theil.

### Salève.

In der Entfernung von kaum einer Stunde südöstlich von Genf erhebt sich aus dem niedrigen Molasselande, in seinem Gipfel zur Höhe von 1232 Meter ansteigend, ein langgezogener N.-O.—S.-W. streichender Bergrücken, gleichsam als der erste Vorposten der in kurzer Entfernung dahinter sich aufthürmenden Alpenkette. Es ist dies der Mt. Salève, eine durch die schönen diesbezüglichen Arbeiten von A. Favre<sup>1)</sup> und P. de Loriol<sup>2)</sup>, von denen der erstere den geognostischen, der letztere den paläontologischen Theil der Aufgabe löste, in der Literatur wohlbekannte Kreidelocalität. Der Salévezug wird von einer einzigen über das Niveau der Molassedecke aufragenden nach N.-W. überstürzten Welle gebildet, welche auf's Klarste den typischen Bau zeigt, welchen die dem Nordrande der Alpen vorgelegerten Wellen durchwegs besitzen, nämlich den Bau eines schiefen Gewölbes, welches nach der Seite der Alpenkette hin verhältnissmässig flach, nach der Seite des niederen Vorlandes dagegen steil abfällt, bis überstürzt ist. An ihrem Nordende bei Etrembière hebt sich die Saléwelle ziemlich rasch bis zur Höhe des Grand Salève, von da an senkt sie sich ganz allmähig und endet bei Cruselles, wo sie wieder unter die Molasse taucht. Dieselbe scheint aber nicht ihre Fortsetzung zu finden in dem weiter südlich auftauchenden, ganz ähnlichen Kreidezuge zwischen Alonzier und Lavagny, der vielmehr einer zweiten, ähnlich gebauten, aber der Alpenkette mehr genähernten Parallelwelle angehören dürfte.

Wie sich dies aus der Form der Saléwelle von selbst ergibt, greift die Denudation die überstürzte nordwestliche Flanke viel stärker an, so dass auf der Nordwestseite der Salève sich als eine colossale, lange dahinziehende, wohlgeschichtete Felsmasse präsentirt, deren Basis von dem jurassischen Kerne der Welle gebildet wird. Am Fusse des Felsens tauchen die Reste des überstürzten Schenkels nur an wenigen Stellen unter dem Schutte auf und zeigen die verkehrte Kreidefolge. Die Zinne des Felsens bilden die Schichtköpfe der Kreide, welche deckenförmig den sanft abdachenden Südostabhang der Welle überzieht.

Die Kreide von Mont Salève bietet ein ganz besonderes Interesse hauptsächlich durch den Umstand, dass sie in ihrer Facies auf das Beste übereinstimmt mit den Kreidebildungen im Jura, trotzdem Salève seiner Lage nach den Alpen angehört. Die paläontologischen Arbeiten de Loriol's hatten vornehmlich den Zweck, dieses Verhältniss eingehender zu untersuchen, welches bei der damaligen Anschauungsweise, dass die Bildungen mit jurassischem Typus nur im Jura, die mit alpinem Typus ausschliesslich in den Alpen sich finden, von besonderem Interesse war. Man vermuthete, dass neben den Bil-

<sup>1)</sup> A. Favre, Rech. géol. de la Savoie. T. I. pag. 236.

<sup>2)</sup> P. de Loriol, Néoc. moyen du Mt. Salève 1861.

dungen mit jurassischer Facies, die man durch A. Favre<sup>1)</sup> vom Salève kannte, sich auch solche mit alpinem Typus werden nachweisen lassen, Salève also, entsprechend seiner geographischen Position eine Ausbildung der Kreide zeigen werde, ähnlich jener, die durch Lory aus der Umgebung von Grenoble bekannt geworden, nämlich einen Mischtypus. Diese Vermuthung erwies sich jedoch als eine falsche, und de Loriol weist in seinen Untersuchungen nach, dass der alpine Typus der Kreide sich auf Salève an keiner Stelle finde, vielmehr die ganze Kreidefolge in der rein jurassischen Facies entwickelt sei.

Nach A. Favre's und de Loriol's Darstellungen beginnt die Kreide auf Salève mit demselben Gliede, welches man auch drüben im Jura an der Basis der Kreideformation kennt, nämlich mit dem Valangien. Da, wie wir oben gesehen, im Jura unter dem Valangien das Aequivalent des Berriashorizontes fehlt, entsteht die Frage, ob auf Salève, also einer in den tektonischen Bereich der Alpen fallenden Localität, auch jene Lücke an der Basis der Kreideformation existire, die oben als für den Jurabezirk charakteristisch angeführt wurde, und ob die diese Lücke im Jura charakterisirenden Süßwasserbildungen auch auf Salève vorhanden sind.

Wenn man von Crevin aus den Aufstieg nach der Höhe des Salève macht, trifft man unmittelbar unter dem Valangien und über dem jurassischen Corallienkalk eine kalkige Lage mit Kieselknollen. Die auffallende Aehnlichkeit dieser Lage mit gewissen Einlagerungen in den Purbeckschichten des Jura wurde früher schon von A. Favre<sup>2)</sup> bei der Versammlung der franz. geol. Gesellschaft zu Genf (1875<sup>3)</sup>) aber auch von Lory und Anderen übereinstimmend anerkannt. Leider hat man, trotz aller hierauf verwendeten Mühe, bisher kein Fossil in der fraglichen Schichte auffinden können, welches den entscheidenden Beweis liefern könnte, ob man es hier mit einer Süßwasserbildung oder aber mit einer marinen Ablagerung zu thun habe. Die Ansicht A. Favre's, dass das Purbeck auf Salève fehle, besteht sonach heute noch zu Rechte, und man hat keinen Anhaltspunkt zu der Annahme, dass die geologischen Vorgänge, welche im Jura die Unterbrechung der marinen Sedimentreihe bedingten und die Ablagerung einer Süß- oder Brackwasserbildung des Purbeck ermöglichten, auch im Bereiche des Salève wirksam waren. Die fragliche Grenzbildung findet sich ferner nur ganz local an der oben angegebenen Stelle ober Crevin und ist in den nahen Brüchen von Monnetier, welche die Grenze zwischen Valangien und den tieferen Corallienkalken auf das Klarste entblößen, nicht mehr aufzufinden. Im Gegentheile geht an dieser Stelle der Corallienkalk allmählig in die durch *Natica Leviathan* charakterisirte Valangienlage über, so dass an eine Unterbrechung der Sedimente nicht gut zu denken ist. Eine solche Unterbrechung müsste aber entschieden vorausgesetzt werden, wenn die besprochene Kalklage mit Kieselknollen eine Süßwasserbildung wäre, da man sich in der verhältnissmäßig minimalen Entfernung der fraglichen Schichte von

<sup>1)</sup> A. Favre, Considérations géol. sur le Mt. Salève. Mém. soc. phys. et hist. nat. de Genève X. 1843, pag. 49.

<sup>2)</sup> A. Favre, Géol. de la Savoie. I. pag. 259.

<sup>3)</sup> Bull. soc. géol. Fr. 1874—1875, p. 752.

den Brüchen bei Monetier kaum die gleichzeitige Ablagerung einer Süßwasser- und einer Meeresbildung gut denken kann.

Das Verhältniss des ununterbrochenen Absatzes der marinen Sedimente an der Jura-Kreidegrenze regt aber unwillkürlich die Frage an, ob man es auf Salève nicht mit einer von jenen Localitäten zu thun habe, wo der unter dem Valangien zu suchende Berriashorizont, den man in seiner gewöhnlichen Ausbildungsform hier freilich vergeblich suchen würde, nicht vielleicht in derselben Facies entwickelt ist, wie die darüberfolgenden Kreidebildungen, nämlich in der Corallienfacies. Bei näherer Betrachtung der Verhältnisse, wie man sie vom Mont Salève auf das Genaueste kennt, gewinnt diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit.

In seiner älteren Arbeit über den Salève<sup>1)</sup> scheidet Herr A. Favre über dem Corallienoolithe mit *Diceras Lucii*, *Ter. Moravica*, *Ter. Bieskidensis*, *Ter. formosa*, *Rhynch. Astieriana*, *Rh. lacunosa* etc., also der bekannten Fauna des Stramberger Niveaus einen ziemlich mächtigen, vorwiegend kalkigen Complex als Portlandien aus. Die gleiche Anschauung vertritt achtzehn Jahre später auch noch de Loriol<sup>2)</sup>. In seiner jüngeren Arbeit über Salève<sup>3)</sup> scheidet Herr A. Favre das Portlandien nicht mehr aus, sondern rechnet die unter dieser Bezeichnung früher ausgeschiedene Schichtgruppe auf die Angabe der Steinbrecher hin, dass darin *Natica Leviathan* vorkomme, mit einigem Zweifel zum Valangien. Diese Kalkgruppe, die mit unbestritten dem Valangien angehörigen Lagen an der oberen Grenze verschwimmt, hat dieselbe Position inne, die sonst der Berriashorizont einnimmt, nämlich zwischen dem Stramberger Niveau und dem sicheren Valangien, und könnte sonach als ein in der Corallienfacies ausgebildetes Aequivalent des Berriashorizontes aufgefasst werden. Wir hätten dann auf Mont Salève eine ununterbrochene Folge von marinen Bildungen vor uns, die vom oberen Jura bis Ende Neocom in der gleichen Corallienfacies oder als von der Zufuhr grober Sedimente geschützte Seichtwasserbildungen entwickelt sind.

Die Prädisposition der Localität Salève für Ablagerung von Kalken mit Corallienhabitus datirt sonach schon aus der Zeit des oberen Jura und erscheint mit grosser Consequenz bis Ende der Neocomzeit festgehalten. Ein Blick auf die geologische Karte der Gegend überzeugt aber jeden, dass Salève ein von allen Ufern des ehemaligen Kreidemeeres weit entfernter Punkt war, daher die Lory'sche Bezeichnung „littoral“ für die daselbst entwickelte Corallienfacies kaum zutreffend erscheint.

Im Gegensatze hiezu sehen wir z. B. auf den benachbarten Voirons, wo die Kreide bekanntlich in der alpinen Facies entwickelt ist, übereinstimmend auch die tieferen tithonischen Bildungen in demselben alpinen Typus entwickelt. Voirons findet sich aber in der unmittelbaren Nachbarschaft einer aus triadischen und jurassischen

<sup>1)</sup> A. Favre, Consid. géol. sur le Mt. Salève. Mem. soc. phys. et hist. nat. de Genève X. 1843, pag. 72.

<sup>2)</sup> P. de Loriol, Néoc. moyen du Mt. Salève. 1861. pag. 1.

<sup>3)</sup> A. Favre, Rech. géol. de la Savoie I. pag. 260.

Bildungen bestehenden Insel der Kreideepoche. Die dort entwickelte mergelige Facies der Ablagerungen dürfte rein durch den reichen Zufluss von Sedimentmateriale bedingt sein, das von der erwähnten grossen Insel ins Meer gespült wurde. Die Bezeichnung Lory's „Facies pelagique“ für diese Entwicklungsform ist sonach auch in diesem Falle keine sehr zutreffende. Nicht einmal die Annahme einer grösseren Meerestiefe, welche man bei der „Facies pelagique“ Lory's zum mindesten machen müsste, scheint nothwendig, da durch das Vorhandensein gröberer Sedimentmateriales, daher eine ständige Trübung des Wassers, sowie die an solchen die Nähe einer Flussmündung verathenden Stellen vor sich gehende theilweise Brackwasserbildung die abweichenden faunistischen Charaktere eine ausreichende Erklärung finden. Das Gleiche wie von Voiron's liesse sich auch von der ähnlich situirten Localität Môle sagen.

Das genaue Studium der Jura-Kreidegrenze an solchen Localitäten, an denen die Ablagerungen in der Corallienfacies entwickelt sind, hat ein ganz besonderes Interesse. Es würde sich hauptsächlich darum handeln, zu sehen, welche von diesen Localitäten von der diese Formationsgrenze charakterisirenden Unterbrechung in der Sedimentation betroffen wurden und an welchen dies nicht der Fall ist. Wenn das Sinken des Meeresniveaus zu Ende der Jurazeit eine Erscheinung ist, die, wie es scheint, einen grossen Theil des europäischen Continents gleichzeitig und gleichmässig betroffen hat und sich nicht gut durch locale geotektonische Vorgänge erklären lässt, so ist es doch vor Allem wahrscheinlich, dass bei der hierdurch erfolgten Reduction der Wasserarea zunächst die Seichtstellen trocken gelegt wurden, d. h. also gerade jene Stellen, an denen wir Seichtwasser-Bildungen oder Ablagerungen mit Corallienhabitus treffen. Man sollte demnach von vorneherein an solchen Stellen die charakteristische Sedimentationslücke an der Jura-Kreidegrenze vermuthen, ein Verhältniss, das, wie es scheint, auf Salève nicht zutrifft.

Die Schichtfolge der Kreide auf Mont Salève lässt sich am besten beobachten, wenn man auf dem Wege von Monnetier aufwärts nach der Höhe des Salève den gut aufgeschlossenen Schichtenkopf kreuzt. Man trifft über den als Aequivalent des Berrias-Horizontes gedeuteten Kalklagen (L'assise du banc de fer), die, wie bereits erwähnt, von A. Favre zum Valangien gezogen werden, von unten nach aufwärts:

#### A. Valangien.

1. Durch Aufnahme von mergeligen Elementen aus der Unterlage sich entwickelnd einen im frischen Bruche blaugrauen, roth anwitternden Mergelkalk, von Mergellagen durchsetzt und gekennzeichnet durch Führung von Steinkernen der *Nerinea Favrina* und *Nerinea Marcousana*.

2. Darüber, an der unteren Grenze nicht sehr scharf abgesetzt, an den Abhängen des Thälchens von Monnetier sich deutlich abhebend, eine dicke Kalkbank von gelblicher, gegen oben lichterer Färbung, ohne Fossilien.

3. Zu oberst eine Partie graublauen, roth anwitternden Mergelkalkes mit *Cidaris pretiosa* und schlecht erhaltenen Resten von Austern und anderen Zweischalern.

#### B. Mittelneocom.

1. Eisenschüssiger Kalk mit *Ostrea rectangularis*.
2. Roth und gelb gefammte Mergel mit *Lima pseudoproboscidea*, *Pecten Goldfussi*, *Pecten Carteronianus*, *Echinospatagus cordiformis* etc. Untergeordnet diesem Complexe eingeschaltet findet sich eine dünne, glaukonitreiche Mergellage mit Fossilien der nächsten Abtheilung.
3. Blaugrauer harter Mergelkalk mit *Nautilus pseudoelegans*, *Nautilus neocomiensis*, *Ammonites Lepoldinus*, *A. Castellanensis*, *A. cryptoceras*, *A. Grasianus*, *A. ligatus*, *A. Astierianus* etc.

#### C. Urgon.

1. Eine mächtige Lage gelben Kalkes, petrographisch und faunistisch übereinstimmend mit dem Pierre jaune bei Neuchâtel (unteres Urgon).
2. Blendend weisser, splitteriger Kalk mit *Caprotina ammonia* (oberes Urgon).
3. Stellenweise, wie z. B. bei Sappey, auf dem vorhergehenden Gliede aufruhend eine Lage verwitterten, gelben Kalkes mit *Pterocera pelagi* (Andeutung von Aptien).

Mit diesem Gliede schliesst die Kreideserie auf Salève ab. Ueber derselben folgt in einzelnen Lappen auf dem flachen Südost-Abhänge hoch hinaufreichend eine Lage von lichtem, eisenschüssigem Quarzsandstein (Terr. sidérolithique Sauss.), nach A. Favre's neuesten Untersuchungen<sup>1)</sup> ein Glied der Etage Tongrien. Da Petrefacten gänzlich mangeln, ist eine begründete Ansicht über das Alter dieses Gliedes nicht leicht möglich. Den Schluss der Schichtenserie auf Salève bildet die Molasse, welche ohne merkliche Discordanz mit der Unterlage und mit dieser gleichmässig gehoben, sich eine Strecke auf dem Südost-Abhänge hinaufzieht.

#### Savoyen.

Durch einen breiten Streifen hügeligen Molasselandes von dem isolirten Rücken des Salève getrennt, beginnen zwischen Bonneville und Annecy die lange sich hinziehenden Kreiderücken der Savoyer Voralpen und bilden, nach Südosten hin, zu immer grösserer Höhe ansteigend, eine breite, durch ihren landschaftlichen Charakter lebhaft an den Sentis und hinteren Bregenzer Wald gemahnende Zone am nordwestlichen Abfall der hohen Savoyer Alpen. Den zwischen dem Laufe des Arveflusses und dem Lac d'Annecy liegenden, durch A. Favre's schöne Arbeiten<sup>2)</sup> genau bekannt gewordenen Theil

<sup>1)</sup> A. Favre, Savoie, I., p. 281 u. folgende.

<sup>2)</sup> A. Favre, Rech. géol. de la Savoie II.

dieser Zone hatte ich Gelegenheit, zweimal zu kreuzen, und zwar von Bonneville aus durch das Aufbruchthal der Borne bis Col Aravis aufwärts und von da auf der Rücktour über Thônes und Pont St. Clair nach Annecy.

Der Schichtenkopf der Kreidedecke, welcher an der Südostgrenze der Zone die Zinnen der Jurahöhen über Flumet und Sallanches bildet, ist von der übrigen Kreidezone durch einen breiten Streifen eocäner Bildungen getrennt, ein Verhältniss, das sich fast entlang der ganzen schweizerischen Kreidezone beobachten lässt, indem diese in der Regel in zwei parallelen Bändern zu Tage tritt, von denen das eine, vom Schichtenkopfe gebildete, unmittelbar an die Jurazone sich anlehnt, während das zweite, einem Walle ähnlich, in grösserer Entfernung der Alpenkette folgt und von der Schichtenkopffzone durch einen Eocänstreifen getrennt ist.

Sehr interessant und durch mehrere Aufbruchthäler auf das Klarste aufgeschlossen sind die tektonischen Verhältnisse des vor der Eocänmulde liegenden Kreidegebietes. Dasselbe besteht der Hauptsache nach aus mehreren nach aussen, d. h. nach der Seite des Molasselandes überkippten, gegen die Alpenkette zu höher ansteigenden, parallelen Hebungswellen, deren Antiklinalaxen jedoch nicht geradlinig NO.—SW. streichen, entsprechend der Streichrichtung der centralen Ketten in diesem Theile der Alpen, vielmehr in einem weiten Bogen verlaufen, so dass die Südenden so ziemlich N.-S., die Nordenden beinahe O.-W. streichen, die Wellen also in ihrem Verlaufe eine Wendung von circa 90° durchmachen. Das Centrum des Bogens käme beiläufig in die Nähe des Ortes Flumet zu liegen, der bezeichnender Weise auf einer vorspringenden Ecke des hier beginnenden krystallinischen Gebirges liegt, so dass es scheint, als würden die Wellen des savoyischen Kreidegebietes dieser krystallinischen Ecke in weitem Bogen ausweichen. Der Einfluss der klippenartig die Flyschzone durchbrechenden Trias-Liasmassen des Mont Sulens und Mont Lachat scheint sich auf die Tektonik des vorgelagerten Kreideterains erst in zweiter Linie geltend zu machen.

Die drei Aufbruchthäler der Borne, Fillière und Fier erscheinen mit Rücksicht auf das tektonische Centrum bei Flumet radial angeordnet und durchbrechen daher die Wellen überall senkrecht zum Streichen. Der ziemlich geradlinige Verlauf des Schichtenkopfs hat für die Tektonik des Gebietes kaum etwas zu bedeuten und ist eine reine Folge der Denudation zu beiden Seiten des Arvethales bei Sallanches.

Das nördlichste der drei Aufbruchthäler, von der Borne durchflossen, beginnt bei St. Pierre und zieht in SSO. fast geradlinig bis Col Aravis. An Stellen, wo das Thal die antiklinalen Aufbrüche der Wellen schneidet, entstehen durch Denudation der, wenigstens im oberen Theile, vorherrschend mergeligen Neocomschichten grössere, kesselartige Weitungen, in denen der Reihe nach die Orte Termine, Petit Bornand und Entremont liegen. An diesen Kreuzungspunkten gehen auch die Aufschlüsse am tiefsten und erreichen den mergeligen tiefsten Berriashorizont der Kreide. An Stellen, wo die Synklinalen von dem Querbruche getroffen werden, rücken die festen

Urgonkalke sehr nahe aneinander und sperren das Thal in Form von Engen.

Die Schichtenserie der Kreide lässt sich am besten und vollständigsten verfolgen auf der Strecke von Entremont durch die Enge Les Etroits bis in die Gegend von Grand Bornand:

1. Ueber dunklen Mergeln, welche die tiefste Stelle in der aufgebrochenen Antiklinale bei Entremont einnehmen und wahrscheinlich dem Berriashorizonte angehören, folgen

2. dunkelgraue, sehr harte, uneben muschlig brechende Kieselkalke, welche etwa bis Mitte der Enge Les Etroits anhalten und mit einer Partie späthigen Kalkes abschliessen. (Aequivalent der Valangien?)

3. Zwischen die späthigen Kalke schieben sich einzelne Mergellagen ein, welche die Kalke allmählig verdrängen und nun einen ziemlich mächtigen Horizont bilden, der *Ostrea Couloni* führt, und, da er rascher als die angrenzenden Kalkhorizonte denudirt wird, eine Weitung in den Etroits bedingt. Nach oben nehmen die Mergellagen immer mehr Kalkgehalt auf und werden zu festem, dunklem Mergelkalk, in dem nur noch vereinzelt Mergellagen auftreten, die dann in grosser Menge *Echinospatagus cordiformis* und *Ostrea rectangularis* führen. Die Mergel und Mergelkalke darf man hiernach wohl als das Aequivalent des Mittelneocom oder der Mergel von Hauterive auffassen.

4. Ueber den Lagen mit *Echinospatagus cordiformis* folgt eine ziemlich mächtige Partie dunklen, späthigen, zum Theile oolithischen Kalkes, der mit den Kalken des unteren Urgon, wie man sie in der Ostschweiz bis nach Vorarlberg so häufig beobachtet, sehr viel Aehnlichkeit hat und sich auch durch die Lagerung leicht als ihr Aequivalent zu erkennen gibt.

5. Der darüber folgende eigentliche Caprotinenkalk (oberes Urgon) ist sehr licht, von krystallinischem Aussehen und in den obersten Lagen reich an *Requienia ammonia* und *Radiolites neocomiensis*. Derselbe deckt den weitaus grössten Theil des Südostabhanges der langen Vergykette.

6. Ueber dem Caprotinenkalk findet sich, durch eine Lage fossil-leeren Mergelschiefers getrennt, eine circa 5 Meter mächtige Bank eines gelblichen Sandsteins (unterer Gault), aus welchem E. Favre<sup>1)</sup> *Rhynchonella lata d'Orb.*, *Rh. Renauxiana d'Orb.*, *Rh. sulcata d'Orb.*, *Trigonia caudata Ag.*, *Cyprina angulata Sow.*, *Pecten aptiensis d'Orb.*, *Ostrea aquila d'Orb.* anführt. Diese Fauna ist eigentlich keine typische Aptfauna, wofür sie E. Favre auffasst, sondern eher eine Mischung von Urgon und Gaultarten.

7. Der darüberfolgende obere Gault, eine wenig mächtige Lage von Grünsandstein mit untergeordneten Mergellagen, ist sehr fossilreich. Die Fauna desselben findet sich (l. c. pag. 198) bei E. Favre angeführt.

<sup>1)</sup> E. Favre, La Goudinière, Arch. bibl. univers. de Genève XXII, 1865, pag. 195.

8. Ueber der petrefactenreichen Gaultlage findet sich eine stellenweise ziemlich mächtige Abtheilung eines lichten, harten Kalkes, der mit den Seewerkalken der Ostschweiz gut übereinstimmt.

9. Die Decke der Kreideserie bildet eine Lage dunklen Nummulitenkalkes, gefolgt von mächtigen dunklen Flyschschiefern, die nun eine breite Zone einnehmen.

Auf dem weiteren Wege nach Col des Aravis tauchen zwischen St. Jean de Sixt und La Clusaz durch eine kleine Aufwölbung, die im Streichen den beiden älteren Klippen der Flyschzone entspricht, die oberen Kreideschichten unter dem Eocän auf eine kurze Strecke auf und bilden eine kleine Insel in der Flyschzone. Der Aufschluss geht aber nur bis auf den Caprotinenkalk.

Von Les Étages bis Col Aravis lässt sich an dem hier auftauchenden Schichtenkopfe der Kreidedecke in umgekehrter Reihenfolge dieselbe Schichtfolge beobachten, wie sie eben von der Strecke zwischen Entremont und Grand-Bornand beschrieben wurde, mit der Abänderung etwa, dass der Gault und Seewer etwas mächtiger und der letztere in seiner oberen Partie mergelig ausgebildet ist. Auch die dunklen Kieselkalke an der Basis der Kreideserie nehmen hier sehr viel mergelige Bestandtheile auf und haben im Ganzen nicht jene Mächtigkeit, wie in den Etroits. Dagegen ist die tiefere mergelige Etage, die den Berriashorizont zu repräsentiren scheint, und deren Grenze gegen den obersten Jura sich schwer feststellen lässt, sehr mächtig, wie es scheint, zum Theile auf Kosten des Kieselkalkes entwickelt.

Einen sehr guten und klaren Aufschluss in den oberen Lagen der savoyischen Kreide bietet die Calvaire bei Thônes. Der Weg von der Brücke nach der Capelle führt über eine Folge von steil SO. fallenden, dunklen, braun anwitternden Kalklagen, reich an kleinen dicken Nummuliten (N. Ramondi nach Favre) und Trümmern organischer Reste. Dieser Kalk hält an bis jenseits der Capelle, wo ein Bruch in seinen untersten Lagen eröffnet ist. Seine Grenze gegen die tiefere Seewerbildung wird bezeichnet durch eine knollige Lage, deren Knollen aus Seewerkalk bestehen, während das Bindemittel Nummuliten führt. Durch eine dünne Mergelschieferlage von der knolligen Bank getrennt, folgt Seewer, nicht sehr mächtig, in den oberen Lagen mergelig-schieferig, nach unten rein kalkig werdend. Unmittelbar unter dem Seewerkalke folgt eine sehr fossilreiche, circa 1 Meter mächtige Gaultsandsteinlage in derselben Position also wie in der Ostschweiz und in Vorarlberg, wo auch die petrefactenreiche Bank sich immer an der Grenze von Gault zu Seewer findet. Die Petrefacten bei Thônes sind jedoch schlecht erhalten und wegen der Festigkeit der Bank auch schwer zu erhalten. Unter der Petrefactenlumachelle folgt eine schwarze Mergellage, die nach unten in einen mergeligen, dunkelgrünen, leicht zerfallenden Sandschiefer übergeht. Von der Strasse aus ist dieses Glied als schwarzes, ausgewittertes Band schön sichtbar. Nun folgt die Hauptmasse des riffartigen Gaultgrünsandsteins, in seinen tiefsten Lagen häufig *Terebratula Dutempleana* führend. Darunter findet sich kein Aptien, sondern unmittelbar das Riff des Caprotinenkalkes, welches

den Südostabhang der Traversykette deckt. Unter diesem tritt, soweit der Aufschluss reicht, mergeliges Mittelneocom auf.

Hat man auf dem Wege von Thônes nach Annecy das Diluvialgebiet von Alex überschritten, gelangt man bei Pont St. Clair in einen Engpass, durch welchen der Fierfluss das Gebirge verlässt. Da wo die Strasse zuerst an das linke Gehänge des Passes herantritt, findet sich ein kleiner Steinbruch in einem eisenschüssigen Kieselkalke, der ziemlich fest und gleichmässig ist, daher sich zum Baustein eignet. Dieser Kieselkalk wird abgebaut, bis auf eine weiche, mergelig-sandige, sehr glaukónitreiche Lage, die im Liegenden desselben erscheint, bei der verkehrten Lagerung, welche die Schichten an dieser Stelle zeigen, aber höher in der Serie liegt, als der abgebaute Kieselkalk. Die weiche Lage ist, besonders an der entblössten Schichtfläche, sehr fossilreich, und es liessen sich von den aufgesammelten Stücken, die leider in dem weichen, dabei groben Mittel schlecht erhalten und meist verdrückt sind, folgende Formen mit Sicherheit bestimmen:

*Belemnites dilatatus*  
 „ *pistilliformis*  
*Haploceras Grasianum*  
*Hoplites cryptoceras*  
 „ *neocomiensis*  
*Aptychus Didayi*  
*Terebratula diphyoides*  
*Rhynchonella contracta.*

Diese wenigen, aber bezeichnenden Formen genügen, zu zeigen, dass wir es hier mit einer Fauna von alpinem Typus zu thun haben, welche sich durch einige Formen der Fauna von Berrias nähert. Die Lagerung ist jedoch eine andere, als bei Berrias, da die Schichte von Pont St. Clair verhältnissmässig hoch in der Kreideserie liegt, wie sich aus dem Umstande ergibt, dass der nächstfolgende Horizont weicher Mergel in seinem oberen Theile *Echynospatagus cordiformis* führt, sonach als mittelneocom aufgefasst werden muss. Die fossilreiche Lage mit der Fauna von alpinem Typus bildet sonach bei Pont St. Clair das unmittelbar Liegende des Mittelneocom in gleicher Art, wie eine ähnliche Lage im Justistthale am Thunersee.

Aus den mittelneocomen Mergeln entwickeln sich nach oben allmählig bituminöse Mergelkalke, die den Uebergang bilden zum grossentheils oolithisch ausgebildeten unteren Urgon. Die oberen Urgonkalke sind licht gefärbt und enthalten untergeordnete Lagen von dunklem, mergeligem Kalkschiefer (Urg-Aptien?). Der Gault ist wenig mächtig, ebenso wie die folgenden lichten, leicht zerfallenden Seewerschiefer. Letztere werden, der inversen Schichtfolge entsprechend, von einer vortretenden Bank von Nummulitensandstein unterteuft.

Wie aus dem Vorstehenden sich ergibt, hat die Kreideentwicklung in den savoyischen Voralpen die meiste Aehnlichkeit mit dem Mischtypus von Grenoble. Zuunterst ein mergeliges Niveau, das 'Aequivalent des Berriashorizontes, mit dem obersten Jura an der Grenze 'verschwimmend und von A. Favre, wie es scheint, zum grossen Theile

schon zum Jura gezogen, darauf ein kalkiges Niveau, das Aequivalent der Kalke von Fontanil oder des jurassischen Valangien. Ueber diesem die gut charakterisirte mittelneocome Abtheilung, an deren Basis sich bei Pont St. Clair, die Grenze gegen den tieferen Kalkhorizont bildend, eine Einlagerung von alpinem Typus findet. Die nun folgende Urgonkalkmasse lässt schon petrographisch eine Scheidung in ein unteres und ein oberes, durch Rudisten charakterisirtes Niveau zu. Das letztere enthält stellenweise mergelige Einlagerungen, aus denen wohl jene Aptformen stammen dürften, die Herr A. Favre unter der Fauna des savoyischen Urgon anführt<sup>1)</sup>. Die erwähnte Fauna enthält andererseits auch viele Formen, die für das untere Urgon charakteristisch sind, so dass man sieht, sie stamme aus der ganzen Masse der Urgonkalke, die Herr A. Favre nicht näher scheidet, ebensowenig wie die tieferen Neocombildungen, deren grosse ungetheilte Masse er vielmehr als Aequivalent des Mittelneocom auffasst, unter dem das Valangien fehle<sup>2)</sup>. Das Aptien in seiner typischen Entwicklung als selbstständiges Glied ist bisher in Savoyen nicht nachgewiesen. Gault und Seewer sind in derselben Ausbildungsform, wie in der ganzen übrigen Schweizer Kreidezone, der erstere stellenweise rudimentär vertreten.

### Freiburger Alpen.

Zwischen dem Genfer- und Thunersee zieht sich, als äusserstes Bollwerk der Alpen, an das niedere Hügelland der Molasse angrenzend, eine Anzahl paralleler Bergketten hin, die, durch eine breite Flyschzone von den Hochalpen getrennt, eine orographische Einheit bilden, welche unter der Bezeichnung Freiburger Alpen bekannt ist. Die geologischen Verhältnisse dieses Gebirgscomplexes bildeten in neuerer Zeit den Gegenstand eingehender Untersuchung, deren Ergebnisse Herr Gilliéron im XII. Bande der „Beiträge zur geol. Karte der Schweiz“ niederlegte. Nach ihm bestehen die Freiburger Alpen aus vier parallelen Hebungswellen, welche, wie dies aus den Profilen von B. Studer, E. Favre, J. Bachmann und V. Gilliéron sich ergibt, vorwiegend nach Aussen, d. h. gegen das niedere Vorland hin neigen und ähnlich, wie dies oben von den Savoyer Voralpen gezeigt worden, nicht geradlinig, sondern in einem weiten Bogen verlaufen, so dass die äussersten Enden der Ketten einerseits in der Gegend des Genfersees so ziemlich NS., andererseits am Thunersee OW. streichen, sonach in ihrem Verlaufe eine Wendung von circa 90° durchmachen. Die Wellen sind grossentheils tief aufgebrochen und die Aufschlüsse gehen bis an die Ablagerungen der Trias.

Die Kreidebildungen, welche uns an dieser Stelle vorwiegend interessieren, nehmen an der Zusammensetzung der Freiburger Alpen sehr wesentlichen Antheil und sind vorwaltend in der sogenannten alpinen Facies entwickelt. Bildungen mit jurassischem Typus sind in den Freiburger Alpen bisher nur bekannt vom Montsalvens, einer

<sup>1)</sup> Vergl. A. Favre, Savoie. III., pag. 480.

<sup>2)</sup> Vergl. pag. 476 l. c.

von Herrn Gilliéron auf das Genaueste studirten Localität und ihrer südlichen Fortsetzung, dem Niremout und Mt. Corbette, also nur von der äussersten, unmittelbar an das Molasseland grenzenden sogenannten Berrakette. Dagegen kennt man sie bisher nicht in den drei inneren Ketten des Gantrisch, des Stockhorn und der Simmenthalkette.

Während eines kurzen Aufenthaltes in der Gegend hatte ich Gelegenheit, drei in der Literatur wohlbekannte Punkte in den Freiburger Alpen zu besuchen, nämlich die Aufschlüsse an der Veveyse bei Châtel St. Denis, ferner Montsalvens und das Stockhorn.

Schlägt man von Châtel St. Denis aus den Weg nach dem Mt. Corbette ein, so trifft man hinter dem kleinen Orte Fruence über dunklen flyschartigen Mergeln einen Vorsprung am Gehänge bildend, einen ziemlich mächtigen, steil westlich einfallenden Complex von einem grauen Mergelkalke, welcher besonders in seiner oberen Partie, in welcher ein kleiner Bruch über dem Orte Fruence angelegt ist, sehr fossilreich wird. Die Fossilien, vorherrschend Ammonitenformen, sind nur schlecht erhalten. Soweit jedoch die Stücke meiner kleinen Ausbeute eine Bestimmung zuliessen, stimmen dieselben durchwegs mit Formen des südtiroler Diphchenkalkes überein, sind also tithonisch. Im Hangenden des Tithonkalkes folgt eine wenig mächtige Lage eines dunkelgrauen dichten Kieselkalkes, der nach oben lichter wird und allmählig übergeht in einen sehr mächtigen Horizont von grauen leicht schiefernden Kalkmergeln mit mattem Bruche, zwischen deren Bänke sich dünnstiefige Lagen von dunkel gefärbten Mergeln einschieben. Dieser Kalkmergel, der im Tobel der Veveyse auf eine lange Strecke hin aufgeschlossen ist, ist sehr fossilreich und stimmt auffallend mit gewissen dunkleren Varietäten des südtiroler Biancone. Er enthält auch eine Fauna, die mit jener des Biancone ganz und gar übereinstimmt und die typische Fauna des Neocom mit alpiner Facies ist. Diese Fauna findet sich angeführt bei E. Favre<sup>1)</sup> und näher beschrieben, sowie grossentheils abgebildet bei W. Ooster<sup>2)</sup>. Den grössten Theil der von W. Ooster beschriebenen Formen hatte ich durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Bachmann im Berner Museum zu sehen Gelegenheit, und war sehr überrascht von der grossen Aehnlichkeit, welche diese Fauna nicht nur mit der Biancone-Fauna, sondern auch mit jener vom Rossefelde bei Hallein besitzt. Leider sind die Schätze der grossen Ooster'schen Sammlung, wie es scheint, so gesammelt, dass wohl immer die Localität, nicht aber das relative Lager der einzelnen Formen bekannt ist.

Hat man die Serie der neocomen Kalkmergel im Veveysetobel verquert, gelangt man im Hangenden unmittelbar in Mergel und Sandsteine von Flyschcharakter, die, soweit sich die Lagerung beurtheilen lässt, concordant auflagern. Die rothen obercretacischen Mergelschiefer, wie sie von E. Favre weiter östlich im Thale der Sarine, die neocomen Kalkmergel überlagernd, gefunden wurden, fehlen im Tobel der

<sup>1)</sup> E. Favre, Moléson, Arch. bibl. univ. Genève, XXXIX., 1870, pag. 209.

<sup>2)</sup> W. Ooster, Foss. remarq. Suisses, Denksch. der allgem. Schweizer Gess. XVIII., 1861.

Veveyse und das Neocom erscheint in seiner ganzen Mächtigkeit in der gleichen lithologischen Ausbildung, mit Ausnahme der bereits erwähnten, unmittelbar die Grenze gegen das fossilreiche Tithon bildenden Kieselkalkbänke. Diese Bänke haben so ziemlich dieselbe Position, welche weiter nördlich am Niremont, und auch weiter südlich an der Veveyse de Fégières eine wenig mächtige Lage von dunklen, theilweise auch kieseligen Kalkmergeln einnimmt, in denen sich, wie es scheint, nesterweise zusammengeschwemmt, eine Pygmäenfauna gefunden hat, welche von Ooster beschrieben ist<sup>1)</sup>. Diese Fauna, vorherrschend aus Zwergformen von Pelecypoden, Brachiopoden, Bryozoën, Echinodermen bestehend, nähert sich in ihrem Habitus auffallend gewissen Urgon- und Valangienfaunen des Juragebietes und Herr Ooster konnte geradezu eine grössere Anzahl von Formen mit solchen aus dem Juragebiete identificiren.

Wegen des Auftretens von Pteropoden, die, wie die Belegstücke der Ooster'schen Sammlung im Berner Museum zeigen, sehr gut erhalten sind und sich durch ihre lichte Färbung von der dunklen Gesteinsmasse scharf abheben, erhielt die Schichte von Ooster den Namen Pteropodenschichte, unter welcher Bezeichnung sie häufig in der Literatur citirt wird.

Die Lagerung der Pteropodenschicht unmittelbar über dem Tithonkalk veranlasste Herrn Ooster dieselbe (pag. 90 l. c.) als die „Unterlage der Kreideformation“, d. h. als das tiefste Glied der Kreide in den Alpen aufzufassen. Andererseits wurde aber Herr Ooster durch die Uebereinstimmung einer grösseren Anzahl von Formen mit solchen des Valangien von Arzier veranlasst, in der Pteropodenschichte ein „alpines Valangien“ zu sehen (pag. 151 l. c.). Diese beiden Auffassungen decken sich jedoch nicht, wie Herr Ooster anzunehmen scheint, stehen vielmehr mit einander im Widerspruche insofern, als ja bekanntlich das Valangien, oder vielmehr dessen Zeitäquivalente, nicht das tiefste Glied der Kreide in den Alpen bilden, und es handelt sich nun darum, welche von den beiden Auffassungen die richtige ist.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir es in der Pteropodenschichte mit einer Bildung zu thun haben, die in der Facies dem Valangien von Arzier sehr nahe kommt. Wollte man aber die Bildungen für Zeitäquivalente ansehen, dann muss man mit Herrn Gilliéron annehmen, dass am Niremont und Mt. Corbette zwischen Tithon und Pteropodenschichte eine Lücke vorhanden sei, welche dem Betrage des ganzen Berriashorizontes, die Latuszone mit inbegriffen, gleichkommt. Diese Annahme basirt Herr Gilliéron<sup>2)</sup> hauptsächlich auf die jenseits der Sarine am Montsalvens beobachtete Erscheinung, dass an der Grenze zwischen Tithon und den tiefsten Kreidebildungen sich mehrfach verstreut Blöcke von Tithonkalk mitten in die Mergelkalk der am Montsalvens gut entwickelten, jedoch verhältnissmässig auffallend gering mächtigen Berriasschichten eingehüllt

<sup>1)</sup> W. Ooster, Pteropodenschicht, Protozoë helvet. II., 1871, Abth. 3.

<sup>2)</sup> V. Gilliéron, Alpes de Fribourg, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, XII., 1873, pag. 121.

gefunden haben. Hiemit übereinstimmend <sup>1)</sup> zeigt sich die obere Grenze der tithonischen Unterlage vielfach erodirt. Das Vorhandensein solcher Blöcke und Erosionsspuren ist nur bei einem zeitweiligen Trockenliegen der tithonischen Unterlage erklärlich, dessen Dauer für Montsalvens eine geringere gewesen sein mag, als für die südlich des Sarinelaufes liegende Fortsetzung derselben Kalke, den Niremont und Mt. Corbette. Ein anderer Grund für die Gilliéron'sche Annahme liegt in dem Umstande, dass das Neocom bei Châtel St. Denis, mit der Reihe von Bildungen am Montsalvens verglichen, petrographisch und faunistisch am besten mit dem unmittelbar unter dem Aequivalente des unteren Urgon liegenden Gliede des Neocomien bleu übereinstimmt. Das Neocomien bleu ist zwar in der alpinen Facies entwickelt, muss aber nach seiner Lagerung als Aequivalent des jurassischen Mittelneocom aufgefasst werden, und eine Bildung, die wie die Pteropodenschichte sich an der Basis eines mittelneocomen Gliedes findet, hat sonach die bathrologische Stellung des Valangien. Hiernach wäre also die Pteropodenschichte nicht das tiefste Glied der alpinen Kreide, wohl aber mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Aequivalent des Valangien, wie Herr Ooster auf Grund seiner paläontologischen Untersuchungen angenommen hat, und wir hätten auch an einer Stelle der Alpen jene merkwürdige Lücke an der Basis der Kreideformation vertreten, auf welche wir im Vorhergehenden schon vielfach hinzuweisen Gelegenheit hatten.

Interessanter als bei Châtel St. Denis sind die Verhältnisse am Montsalvens, insofern als hier die Neocomreihe eine vollständigere und dadurch, dass sich Bildungen mit jurassischer Facies zwischen solche von alpinem Typus einschieben, eine reicher gegliederte ist.

1. Auf dem Tithonkalke ruht, wie es scheint, transgredirend eine circa 25 Meter mächtige Folge von dunkelgrauem Kalke in mässig dicken Bänken, zwischen welche sich Lagen von dunklerem Mergelschiefer einschieben. Diese Schichtfolge wurde, da sich sämtliche darin gefundene Fossilien mit solchen der Pictet'schen Zone mit *Terebratula diphyoides* von Berrias übereinstimmen liessen, von Herrn Gilliéron als Barriasschichten bezeichnet.

2. Gegen die obere Grenze dieser Abtheilung schieben sich einzelne Bänke eines härteren, dunklen, stellenweise oolithischen Kalkes ein, der allmählig überhand nimmt und eine solide Bank von circa 4 Meter Mächtigkeit bildet, welche wegen des häufigen Vorkommens einer kleinen *Auster* von Herrn Gilliéron den Namen *Ostreenkalk* erhalten hat. Neben den Austern finden sich, zumal auf den Schichtflächen, eine Menge anderer Fossilreste, von denen Herr Gilliéron folgende bestimmen konnte:

*Belemnites pistilliformis*  
 " *bipartitus*  
*Lima Tombeckiana*

<sup>1)</sup> l. c. pag. 107.

*Terebratula Salevensis*  
*Rhynchonella multiformis*  
 „  
*Desori*  
*Cidaris pretiosa.*

Diese Fauna hat einen entschieden jurassischen Habitus und ist, wie Herr Gilliéron meint, aus dem Jura eingewandert. Bei dieser Annahme erscheint nur der Umstand sonderbar, dass die Faunen im Juragebiete, mit denen die vorliegende die meiste Aehnlichkeit hat, nämlich die Fauna des Valangien und des unteren Urgon, jünger sind als der Ostreenkalk Herrn Gilliéron's. Denn dieser liegt einerseits unmittelbar über den Berriasschichten, welche der Zone mit *Terebratula diphyoides* Pictet's entsprechen, andererseits aber unter einem Complexe von Mergeln und Mergelkalken, welchen Herr Gilliéron mit der Zone des *Belemnites latus* parallelisirt. Erst über diesem Niveau folgt aber, wie die Untersuchungen Lory's in der Gegend von Grenoble zeigen, der letzte Ausläufer des jurassischen Valangien, der Kalk von Fontanil. Der Ostreenkalk ist sonach um die Periode der Latuszone älter als das tiefste Glied der jurassischen Kreide, sonach auch nach dem oben Gesagten, als die Pteropodenschichte, und findet ein Analogon nur in solchen Gegenden, wo die Kreidefolge vollständig ist. Mit der Schichtfolge bei Berrias z. B. verglichen, stimmt die Lagerung des Ostreenkalkes mit der von Pictet<sup>1)</sup> angeführten „mince couche de calcaire feuilleté“, die, ähnlich wie der Ostreenkalk, die Zone der *Tereb. diphyoides* von jener des *Belem. latus* trennt. Ein weiteres Analogon ist die von Coquand<sup>2)</sup> aus dem Dép. Gard und Hérault in der gleichen Position zwischen *Diphyoides*- und *Latus*-zone angeführte Bank mit *Serpula recta*. Auch im Vorarlbergischen findet sich in der gleichen Position, nämlich unter einem Complexe von Mergelkalken mit der Fauna der Latuszone eine Bank oolithischen Kalkes mit *Ostrea* cf. *Boussingaulti* und einer Menge abgerollter und daher nicht näher bestimmbarer Reste von kleinen Gasteropoden und Brachiopoden.

Der Ostreenkalk und dessen Aequivalente bilden jedoch keine constante Zone, vielmehr nur local vorkommende Einlagerungen. So vermisst man ein ähnliches Glied in den Profilen, welche die Herren Lory<sup>3)</sup> und Hébert<sup>4)</sup> aus den Dép. Isère, Drôme und Basses Alpes anführen, wo überall über der Zone mit *Tereb. diphyoides* unmittelbar die Latuszone folgt. Auch auf Montsalvens findet sich der Ostreenkalk, wie Herr Gilliéron (pag. 113 k. c.) anführt, nur an dem äusseren, dem Jura zugekehrten Abhange, während er an der den Alpen zugekehrten Abdachung fehlt. Aehnliches gilt auch von den

<sup>1)</sup> Pictet, Mel. paléont. I., pag. 50.

<sup>2)</sup> Coquand et Boutin, Relat. entre la form. jurass. et créét. Bull. soc. géol. Fr. XXVI., 1869, pag. 847.

<sup>3)</sup> Lory, Carte géol. du Dauphiné. Bull. soc. géol. Fr. XIV., 1857, pag. 10.

<sup>4)</sup> Hébert, Néoc. inf. dans le midi de la France. Bull. soc. géol. Fr. XXVIII., 1871, pag. 137.

gleichalterigen Kalken in Vorarlberg, die an einzelnen Stellen mächtig entwickelt sind, während sie an anderen vollständig fehlen <sup>1)</sup>).

3. Die auf den Ostreenkalk folgende Zone hat dieselben petrographischen Eigenschaften, wie die tiefer liegenden Berriasschichten, führt aber eine Fauna, die in der Mehrzahl der Formen mit jener der Pictet'schen Zone des *Belemnites latus* übereinstimmt. Herr Gilliéron führt folgende Arten an:

- Belemnites pistilliformis* Bl.
- \* " *latus* Bl.
- \* " *Orbignyanus* Duv.
- " *bipartitus* Cat.
- \* *Phylloceras Calypso* d'Orb.
- " *Thetys* d'Orb.
- \* " *semisulcatum* d'Orb.
- \* *Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb.
- " *municipale* Opp.
- \* *Haploceras Grasianum* d'Orb.
- \* *Oleostephanus Astierianus* d'Orb.
- Perisphinctes Boissieri* Pict.
- \* " *Privasensis* Pict.
- Hoplites neocomiensis* d'Orb.
- \* *Aptychus Malbosi* Pict.
- " *undatocostatus* Pet.
- Tereb. subtriangulata* Gümb.
- " *Strombecki* Schloen.
- \* *Rhynch. contracta* d'Orb.

Hievon stimmen die mit \* bezeichneten Formen mit solchen der Latuszone überein.

4. Die nächsthöhere Abtheilung, die mächtigste von allen, bildet das Neocomien bleu, ein Wechsel von Mergelkalk und Schiefer mit einer sich an die vorhergehende innig anschliessenden Fauna:

- Belemnites pistilliformis* Bl.
- " *bipartitus* Cat.
- " *conicus* Bl.
- Phylloceras Thetys* d'Orb.
- Amaltheus clypeiformis* d'Orb.
- Haploceras intermedium* "
- Oleostephanus Astierianus* "
- Hoplites angulicostatus* "
- " *Occitanicus* Pict.
- Ancyloceras Villiersianum* d'Orb.
- Aptychus Didayi* Coqd.
- " *angulicostatus* Pict.
- " *undatocostatus* "
- " *aplanatus* Pict.
- Terebratula diphyoïdes* d'Orb.

<sup>1)</sup> Vergl. Vacek, Vorarlberger Kreide. Jahrb. der k. k. geol. Reichs-Anst. XXIX., 1879, pag. 671.

5. Ganz abweichend in lithologischer und faunistischer Beziehung ist die auf das Neocomien bleu folgende Abtheilung eines lichten oolithischen Kalkes von circa 30 Meter Mächtigkeit. Derselbe führt eine Fauna, welche jener des unteren Urgon im Juragebiete sehr nahe steht:

*Lima Tombeckiana d'Orb.*

*Janira atava d'Orb.*

*Ostrea tuberculifera Coqd.*

*Terebratula acuta Quenst.*

„ *sella Sow.*

Ausserdem eine Menge abgerollter Reste von Gasteropoden, Polyparien und Spongiten. Der Typus dieser Fauna ist so wie jener des Ostreenkalkes ein entschieden jurassischer, und der oolithische Kalk stellt sonach eine zweite Einlagerung von jurassischer Facies unter Ablagerungen von alpinem Charakter dar, der wir auf Montsalvens begegnen. Die Ablagerungen des unteren Urgon zeigen sich übrigens entlang der ganzen Kreidezone der westlichen Nordalpen in der jurassischen Facies entwickelt. Man findet sie aber, zumal in den älteren Arbeiten der Schweizer Geologen, in der Regel von den höheren Rudistenkalken nicht getrennt.

6. Auf Montsalvens sind die Rudistenkalke des oberen Urgon nicht entwickelt. Dafür tritt eine circa 15 Meter mächtige Lage eines dunklen, unregelmässig schiefrigen Mergelkalkes auf, wie es scheint, als ein in der Aptfacies entwickeltes Aequivalent des oberen Urgon. Leider kennt man bisher keine Fossilien aus dieser Abtheilung, hat also keinen Beleg für eine bestimmte Ansicht.

7. Der Raum zwischen der Neocomgruppe und dem Flysch wird auf Montsalvens eingenommen von einem circa 100 Meter starken Complexe von weichen, schiefrigen Mergelkalken, die in der Regel licht gefärbt sind, stellenweise aber auch grüne und blaue Töne annehmen. Eine genauere Scheidung dieser Schichtenfolge, welche die mittlere und obere Kreide vertritt, gestattet der Mangel an Fossilien bisher nicht.

Verschieden von der Ausbildung, welche die unteren Kreidebildungen in der äussersten Kette der Freiburger Alpen, speciell am Montsalvens zeigen, ist ihre Entwicklung in den drei inneren Ketten des Gantrisch, Stockhorn und der Simmenthalkette, indem hier die alpine Entwicklungsform die herrschende ist und Bildungen von jurassischem Typus bisher an keiner Stelle nachgewiesen sind. Nach Herrn Gilliéron's Schilderungen würden überdies in dem Maasse, als man in's Innere der Alpen vordringt, die unteren Kreidebildungen immer mehr auskeilen, so dass in der innersten, der Simmenthalkette, nur mehr obercretacische Ablagerungen unmittelbar über Jurabildungen aufruhend, hier also eine mehr als der ganzen Neocomphase entsprechende Lücke in der Ablagerung bestünde. Diese Combination beruht aber wesentlich auf der Annahme, dass die in der Gegend von Wimis unmittelbar über dem bekannten Corallienkalke aufruhenden rothen Schiefer, nach der ursprünglichen Deutung, welche sie von Herrn

Brunner v. Wattenwyl<sup>1)</sup> erfahren haben, obercretacisch, speciell ein Aequivalent des Seewerhorizontes sind.

Das Alter dieser Schiefer scheint jedoch keineswegs über allen Zweifel erhaben und bildete zu Ende der sechziger Jahre den Gegenstand einer lebhaften Controverse unter den Schweizer Geologen. Speciell waren es die Herren Renevier<sup>2)</sup>, C. v. Fischer-Oster<sup>3)</sup> und W. Oster<sup>4)</sup>, welche das obercretacische Alter der rothen Schiefer von Wimmis bestritten und dieselben vielmehr als Aequivalent des Châtelkalkes auffassten. Dem entgegen haben sich die Herren J. Bachmann<sup>5)</sup>, E. Favre<sup>6)</sup>, V. Gilliéron<sup>7)</sup> und Th. Studer<sup>8)</sup> der Auffassung Brunner's angeschlossen und dieselbe in ihren Schriften vertheidigt. Die Petrefactenfunde, welche von beiden Seiten als Belege für die gegensätzlichen Meinungen angeführt werden, sind leider von einem Erhaltungszustande, der eine gewissenhafte Bestimmung kaum zulässt. Desgleichen können, nach Prof. B. Studer's<sup>9)</sup> eigenem Bekenntnisse, die petrographischen Eigenschaften der fraglichen Ablagerung keineswegs als charakteristisch angesehen werden, da sich in den Freiburger Alpen sowohl Seewer-, als Neocom-, wie auch Tithonbildungen in genau derselben petrographischen Ausbildung wiederfinden. Es bleiben daher vornehmlich nur die Lagerungsverhältnisse, welche in der Frage einigen Aufschluss geben können.

Da an der Simmenfluh und Burgfluh bei Wimmis die strittigen rothen Schiefer das Hangendste bilden, lässt sich hier die Frage nach ihrem Alter kaum entscheiden. Man muss dieselben vielmehr am Nordabhange des Simmenthales bis an eine Stelle verfolgen, wo dieselben von anderen Bildungen überlagert werden. Eines der geeignetsten Profile zu diesem Zwecke dürfte jenes sein, welches ich auf Empfehlung des Herrn Prof. Bachmann zu sehen Gelegenheit hatte, nämlich von Erlenbach über Clus nach der Spitze des Stockhorn. Man verquert auf diesem Wege die aufgebrochene Antiklinale der Simmenthalkette und die durch die Gegend der Stockseen bezeichnete Synklinale zwischen Simmenthal- und Stockhornkette.

Die Flyschbildungen, welche die Tiefe des Simmenthales füllen, halten auf dem Nordabhange nur auf eine kurze Strecke an und erreichen nicht mehr die durch den Schichtenkopf eines steil süd-

<sup>1)</sup> Brunner, Stockhorn. Denkschr. der schweiz. nat. Ges., XV., 1857, pag. 17.

<sup>2)</sup> Renevier, Obs. géol. sur les alpes de la Suisse centrale. Bull. soc. vaudoise X., Nr. 60, 1868, pag. 52.

<sup>3)</sup> C. v. Fischer-Oster, Pal. Mitth. aus den Freiburger Alpen, Berner Mittheilung für 1871, pag. 325.

<sup>4)</sup> W. A. Oster, Foss. Fauna des rothen Kalkes bei Wimmis. Protozoë helvetica, I. 1869.

<sup>5)</sup> J. Bachmann, Quelques remarques sur une note de Mr. Renevier. Mittheilungen d. nat. Gess. Bern 1870, pag. 161.

<sup>6)</sup> E. Favre, Moléson, Arch. bibl. univ. Genève, 1870, pag. 212.

<sup>7)</sup> Gilliéron, Brief an Prof. B. Studer. Mittheilungen d. nat. Ges., Bern 1870, pag. 174.

<sup>8)</sup> Th. Studer, Ueber Foraminiferen aus der alp. Kreide. Mittheil. d. nat. Gess. Bern 1870, pag. 177.

<sup>9)</sup> B. Studer, Geol. d. Schweiz., II., 1853, pag. 84.

fallenden Kalkhorizontes bedingte erste Terrasse, die dem Simmenthal entlang zieht, und auf welcher eine Reihe von kleinen Weilern (Allmeden, Thal, Moos, Eschlen etc.) liegen. Die letzte Spur dieses Schichtenkopfes festerer Gebilde scheint durch den kleinen Höcker bezeichnet, an dessen Ostfusse Latterbach liegt. Den Untergrund der Stufe selbst bilden die Schichtköpfe eines ziemlich mächtigen Horizontes von rothen sandigen Kalkschiefern, die am Eingange in die Schlucht, durch welche der Weg dem Baché entlang nach der Alpe Clus führt, sehr schön aufgeschlossen sind. Diese Schiefer bilden die unmittelbare Fortsetzung derjenigen, welche ober Atlisacker an den Wänden der Simmenfluh kleben und den S.-W.-Abhang der Burgfluh bedecken, und stimmen daher auch petrographisch vollkommen mit diesen überein. Sie ruhen, wie in der Gegend von Wimmis, unmittelbar auf einem ziemlich mächtigen Complexe von kieseligen Kalke, der in seiner unteren Partie grobkörnig und etwas dunkler gefärbt ist, und in welchen der Bach eine enge Schlucht eingewaschen hat. Derselbe ist deutlicher geschichtet als seine Fortsetzung an der Simmenfluh und fällt concordant mit den rothen Schiefen mit starker Neigung nach Süden. Den Kern der aufgebrochenen Simmenthalwelle bilden weiche schiefrige Mergelgesteine des Dogger und Lias, welche in Folge von leichter Verwitterung Veranlassung zu jener kesselartigen, mit Weiden bedeckten Weitung gaben, in welcher die Alpe Clus liegt. Der Kessel wird im Norden begrenzt von der steilen Wand der Walpersbergfluh, welche von beinahe vertical gestellten Schichten desselben Kalkcomplexes gebildet wird, der den Kessel von Süden begrenzt, und zu welchem sie den Gegenflügel bildet. Hat man auf steilem Pfade die Wand verquert, so gelangt man jenseits in die Synklinalmulde der Stockenseen und sieht zunächst an den kieseligen Corallienkalk dieselben rothen, sandigen Kalkschiefer sich anlegen, welche man am Nordabhange des Simmenthales, oberhalb Moos, in der gleichen stratigraphischen Position getroffen. Der Uebergang vom Corallienkalk zu diesen Schiefen ist nicht plötzlich, sondern es schieben sich unter die tiefsten Schieferlagen noch vereinzelt Bänke von Corallienkalk ein.

Nach oben nehmen die Schiefer statt der rothen Färbung allmählig grünliche und graue Töne an und bilden einen ziemlich mächtigen Horizont, der zwischen Stockenfluh und Keibhorn quer über den hinteren Stockensee nach dem Lasenberge sich deutlich verfolgen lässt. Nach oben werden die Schiefer immer kalkiger, und es entwickeln sich allmählig dünnbankige, kieselige, graublau Kalke, die bis zur Höhe des Stockhorn herrschen, in den höheren Partien Kieselknollen und dunkle Schiefereinlagen enthaltend. Letztere dürften das Lager der von Herrn Brunner aufgefundenen neocomen Ammonitidenfauna sein, von welcher Herr Pictet<sup>1)</sup> folgende Formen bestimmt hat:

*Belemnites pistilliformis* Bl.  
*Lytoceras subfimbriatum* d'Orb.  
*Haploceras ligatum* d'Orb.

<sup>1)</sup> Pictet, Voirons, p. 54.

*Phylloceras Rouyanum* d'Orb.  
*Ancyloceras Tabarelli*? Ast.  
*Ancyloceras Emerici* d'Orb.  
*Terebratula diphyoides* d'Orb.  
*Aptychus angulicostatus* Pict.

Die neocomen Kalke des Stockhorn finden sich demnach auf dem Nordflügel der aufgebrochenen Simmenthalwelle in genau derselben Position über den rothen Schiefen, wie der oben besprochene kalkige Schichtcomplex, der die erste Terrasse auf dem Nordabhang des Simmenthals bedingt, auf dem Südflügel der Welle, und da die rothen Schiefer bei Wimmis zu jenen auf dem Südflügel der Simmenthalwelle unmittelbar dazu gehören, so liegen dieselben offenbar unter dem Complex der neocomen Kalke, können also kaum als Aequivalent der Seewergruppe aufgefasst werden.

Es scheint sonach, dass wir auch in den inneren Ketten der Freiburger Alpen eine continuirliche Folge von Ablagerungen vor uns haben, und dass die rothen Schiefer über den Corallien-Kalken von Wimmis, zum Theile vielleicht noch dem Tithon, zum grösseren Theile aber der untersten Kreide angehören. Selbstverständlich entfiel dann die oben erwähnte Annahme des Herrn Gilliéron, dass in der Simmenthalkette eine Lücke in der Ablagerung bestehe, und die neocomen Bildungen nach dieser Richtung hin auskeilen.

### Justisthal.

Ganz verschieden von der Ausbildung, welche die Kreideablagerungen in den Freiburger Alpen zeigen, ist ihre Entwicklung am rechten Ufer des Thunersees. Diese auf den ersten Blick auffällige Thatsache erklärt sich jedoch bei näherer Betrachtung leicht durch den Umstand, dass sich auf dem rechten Ufer des Thunersees die unmittelbare Fortsetzung derjenigen Ketten, welche die Freiburger Alpen zusammensetzen, in Folge von tektonischen Störungen, in viel tieferem Niveau findet, daher die Kreide hier von jüngeren Bildungen, speciell von mächtig entwickelter Nagelfluh zugedeckt ist und wir den ersten Aufschluss in Ablagerungen der Kreideperiode erst in der aufgeborstenen Welle des Justisthales finden. Da die gleichzeitigen Ablagerungen bekanntlich in der Richtung senkrecht zum Streichen der Wellen, oder besser senkrecht zur Uferlinie, rasch ändern, wird der Unterschied, der sich beim Vergleiche der cretacischen Schichtfolge in den Freiburger Alpen mit jener im Justisthale ergibt, leicht begreiflich. Viel Aehnlichkeit zeigen dagegen die Kreidebildungen im Justisthale mit jenen in den Savoyer Alpen, mit denen sie auch, was ihre Position gegenüber dem Ufer des ehemaligen Kreidemeeres betrifft, besser übereinstimmen, als mit dem weit hinausgerückten Zuge der Freiburger Alpen.

Die rothen Schiefer, welche wir in den Freiburger Alpen an der Basis der Kreideformation gesehen, finden sich im Justisthale nicht, sondern man findet, wenn man von Merligen aus nach der

Alpe Grön und von da auf dem Wege nach Sigriswyl die Schichtfolge verquert, folgende Ausbildung der Kreide:

Zuunterst, den Kern der aufgerissenen Justisthalwelle bildend, grob geschichtete, stellenweise sandige Kalkmergel, welche mit Ausnahme von einigen Fischzähnen (*Pycnodus*, *Oxyrhina*) bisher keine Fossilreste geliefert haben.

Darüber ein mächtiger Complex von dunkelgrauen Mergeln, in dessen oberer Partie sich das Lager des kleinen, verkiesten *Crioceras Studeri* Oost. findet, welcher gewöhnlich von einer kleinen glatten Terebratel, ähnlich der *Ter. Moutaniana* Orb. begleitet ist. Ausserdem enthalten diese Mergel noch eine Anzahl von Formen, die nach Bestimmungen des Herrn Prof. C. Mayer<sup>1)</sup> folgenden Arten angehören:

*Belemnites pistilliformis* Bl.  
 „ *bipartitus* Desh.  
 „ *Orbigny* Duw.  
*Lytoceras strangulatum* d'Orb.  
*Hoplites asperrimus* d'Orb.  
 „ *neocomiensis* d'Orb.  
*Haploceras Grasianum* „  
*Baculites neocomiensis* „  
*Aptychus Mortilleti* Pict.

Den Abschluss des Mergelcomplexes bildet eine feste, im Ründelengraben z. B. sich sehr hübsch abhebende Bank eines dunklen Kieselkalkes, dem eine fossilreiche chloritische Lage von geringer Mächtigkeit aufliegt. Die Fauna dieser chloritischen Schichte hat schon die Aufmerksamkeit des Herrn Pictet auf sich gezogen, wegen der Ähnlichkeit, welche sie mit der Fauna von Berrias zeigt. Derselbe citirt<sup>2)</sup> folgende Formen:

*Sphenodus Sabaudianus*  
*Belemnites latus* Bl.  
*Haploceras Grasianum* d'Orb.  
*Pecten Euthymi* Pict.  
*Rhynchonella contracta* d'Orb.  
*Terebratula diphyoïdes* „

Hierzu liessen sich nach Prof. C. Mayer's Bestimmungen hinzufügen:

*Belemnites binervius* Rasp.  
 „ *pistilliformis* Bl.  
 „ *minaret* Rasp.  
*Hoplites neocomiensis* d'Orb.  
 „ *cryptoceras* „  
*Olcostephanus Astierianus* d'Orb.

Ferner nach den mir von dort vorliegenden Materialien auch *Terebratula Euthymi*, eine typische Berriasform.

<sup>1)</sup> Ch. Mayer, Tabl. synchron. des couches cré. de la zone N. des Alpes 1867.

<sup>2)</sup> Pictet, Melanges paléont. I, pag. 129.

Die Lagerung der Schichte, welche diese Fauna führt, stimmt jedoch nicht mit jener der Zone mit *Terebratula diphyoides* überein. Vielmehr liegt dieselbe in einem etwas höheren Niveau, wie sich aus dem Umstande ergibt, dass der unmittelbar folgende Complex von grauen Mergelschiefern bereits eine Fauna führt, in welcher typische Mittelneocomformen vorherrschen. Dagegen stimmt die Lagerung der in Rede befindlichen Schicht auffallend mit der oben besprochenen von Pont St. Clair in den Savoyer Alpen überein, die sich in gleicher Art über einer Kieselkalkbank findet und unmittelbar von einem Mergelcomplex überlagert wird, der durch das Vorkommen von *Echinospatagus cordiformis* sich als mittelneocom erweist.

Aus den mittelneocomen Mergelschiefern im Justisthale bestimmte Herr Prof. C. Mayer folgende Arten:

- Belemnites pistilliformis* Bl.  
 " *dilatatus* Bl.  
 " *semicanaliculatus* Bl.  
*Schloenbachia cultrata* d'Orb. sp.  
*Haploceras Grasianum* "  
*Hoplites neocomiensis* " "  
*Perisphinctes Leopoldinus* d'Orb. sp.  
*Olcostephanus Astierianus* " "  
*Aptychus Didayi* Coqd.  
 " *Seranonis* Coqd.

Die obersten Lagen dieser Schiefer werden wieder hart, kieselig und führen *Echinospatagus cordiformis*.

Die nun folgende Urgonbank ist sehr mächtig und im obersten Theile durch die gewöhnlichen Fossilien *Caprotina ammonia* und *Radiolites neocomiensis*, ausserdem durch *Pterocera pelagi* und grosse Nerineen ausgezeichnet. Eine untere Abtheilung, die dem Urgonien inférieur im Jura analog wäre, ist bisher im Justisthale nicht ausgeschieden worden.

Ueber dem Urgon folgt zu beiden Seiten des Justisthales, also auf der Höhe der aufgebrochenen Antiklinale, eocäner Riffsandstein, so dass die Lücke vom Urgon bis Eocän, der wir an vielen Stellen in der Kreidezone der Berner Alpen begegnen, auch hier vorhanden ist. Dagegen finden sich Reste von Gault und Seewer in der Tiefe der die Justisthalwelle begleitenden Synklinale. So am Beatenberg zwischen Suldbach und Küblisbad<sup>1)</sup>, wo sich zwischen die Urgonbank und den Eocänsandstein ein dünnes Band von Gault und darüber Seewerkalk einschaltet. Desgleichen in der Tiefe der nördlichen Synklinale, welche den Luftsattel des Sigriswyler Grates oder der Ralligstöcke bildet<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Vergl. C. v. Fischer-Ooster, Stratig. Verh. beim Küblisbad etc. Berner Mittheilg. für 1869, pag. 169; ferner

E. Favre, Géol. des Ralligstöcke. Archives bibl. univ. Genève. XLV., 1872, pag. 368.

<sup>2)</sup> Vergl. W. A. Ooster, Fauna der obersten Kreidesch. am Nordufer des Thunersees. Protozoë helvet. II., 1870, Abth. 2, pag. 43, Taf. 9—11; ferner

B. Studer, Zur Geologie des Ralliggebirges. Berner Mittheilungen für 1871, pag. 187, Fig. 1 bei S.

Das Verhältniss ist hier ein ähnliches, wie wir es aus Professor Kaufmann's Untersuchungen über den Pilatus und Vitznauer Stock kennen, wo auch die Gault- und Seewerrethe sich immer in der Tiefe der Synklinalen erhalten haben, dagegen auf den Höhen der Antiklinalen meist fehlen, so dass dann die Eocänbildungen unmittelbar über Urgon transgrediren.

Ueberhaupt ist die lückenhafte Ausbildung der Gault- und Seewer-Ablagerungen eine Erscheinung, die sich an sehr vielen Stellen der westlichen Nordalpen wiederholt. Dieselbe scheint, allerdings in viel geringerem Masse, jenes merkwürdige Verhältniss zu wiederholen, welches die Jura-Kreidegrenze charakterisirt.

### Vierwaldstättersee.

Vom Thunersee ostwärts lassen sich die Neocombildungen mit ziemlich gleichbleibenden Charakteren ins Saarer Becken hinüber verfolgen. In dem Masse aber, als man sich in der Gegend des Vierwaldstättersee's dem Aussenrande der Kreidezone nähert, nehmen die Kieselkalkbildungen, die im Justisthale nur eine Bank von beschränkter Mächtigkeit bilden, auffallend überhand und werden, indem sie die Mergel stark verdrängen, die herrschende Gesteinsart. Insbesondere gilt dies für die äusserste, durch die eingehenden Arbeiten des Herrn Professor Kaufmann<sup>1)</sup> in der Literatur wohlbekannte Kette, welcher der Pilatus, Vitznauer Stock, Hochfluh etc. angehören. Leider gehen an den angegebenen, sorgfältig studirten Punkten die Aufschlüsse an keiner Stelle so tief, dass die Unterlage des Kieselkalkes zu Tage käme, so dass wir in Bezug auf diese nur auf Vermuthungen angewiesen sind. Weiter östlich nämlich, in der Umgebung von Schwyz, findet sich über den tithonischen Klippen der Mythen und der Rothenfluh ein Complex von rothen Kalkschiefern, die sich allmählig aus dem tieferen tithonischen Corallienkalke entwickeln und mit den rothen Schiefern im Simmenthale in jeder Beziehung, auch was die Führung von Inoceramenresten betrifft, die auffallendste Aehnlichkeit haben. Prof. Kaufmann hält sie<sup>2)</sup> für die obere, seewerartig ausgebildete Abtheilung des Tithon. Diese Schiefer dürften weiter westlich die Unterlage des Kieselkalkhorizontes bilden und zum grösseren Theile ein Aequivalent der Berriasbildungen sein, doch ist, da dieselben an den eben bezeichneten Punkten das Hangendste bilden, die directe Ueberlagerung derselben durch die Kieselkalkgruppe bisher an keiner Stelle beobachtet.

Besser und vollständiger als am äussersten, sehr gestörten Rande der Kreidezone lässt sich die Schichtenserie beobachten, wenn man die Kreidebildungen quer auf das Streichen der Wellen gegen das Hochgebirge hin verfolgt. Dabei kann man sich schon in der Gegend von Bauen, am Westufer des Urnersees, überzeugen, dass die Kieselkalke nach unten, gegen den sogenannten Hochgebirgskalk immer mehr

<sup>1)</sup> Kaufmann, Pilatus, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, V., 1867.

<sup>2)</sup> Vergl. Kaufmann, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. XIV., 1877, 2. Abth., pag. 23.

von dunklen Mergelschiefern verdrängt werden, ein Verhältniss, wie wir es aus den westlicheren Alpen schon kennen, und wie es sich in östlicher Richtung bis nach Vorarlberg verfolgen lässt. Dieser untere mergelige Schieferhorizont, den man in der Ostschweiz unter dem Namen Balfriesschiefer kennt und nach Escher's Vorgang für obersten Jura hielt, dürfte, wiewohl in der Färbung abweichend, den rothen Schiefern der Mythen und Rothenfluh entsprechen. Derselbe ist wohl zu unterscheiden von dem petrographisch ähnlichen, auch vorwiegend mergelig ausgebildeten Complexe, welcher die Kieselkalkgruppe überlagert und durch Führung von charakteristischen mittelneocomen Fossilien wie *Echinospatagus cordiformis*, *Ostrea Couloni*, *Ostrea rectangularis* etc. sich als Aequivalent des Mittelneocom zu erkennen gibt. Auf diese obere mergelige Gruppe allein passt die Bezeichnung Spatangenkalk, unter welcher jedoch in den Schriften der Herren Studer und Escher die gesammte mächtige Masse von Mergeln und Kieselkalken verstanden wird, welche den Raum zwischen Hogebirgskalk und Urgonkalk füllt.

Wie also in der ganzen Zone der nordalpinen Schweizer Kreide, lässt das Neocom auch in der Gegend des Vierwaldstättersees deutlich vier Glieder unterscheiden, nämlich einen unteren mergeligen Horizont, das mathematische Aequivalent der Berriasbildungen, darüber die Kieselkalkmasse, über dieser eine zweite vorwiegend mergelige, mittelneocome Abtheilung und zu oberst die für das landschaftliche Bild der Kreidezone so überaus charakteristische Lage des Urgonkalkes.

Die relative Mächtigkeit dieser vier Abtheilungen ist keineswegs constant. Im Gegentheile scheint die Regel zuzutreffen, dass in dem Masse, als man sich der Uferlinie des Kreidemeeres nähert, d. h. gegen das Hochgebirge vordringt, die beiden Mergelhorizonte an Mächtigkeit gewinnen, während die Urgonkalke und Kieselkalke zurücktreten. Das Gegentheile findet statt in der entgegengesetzten Richtung, so dass in der äussersten Kette, speciell an den von Prof. Kaufmann näher untersuchten Punkten, die kieseligen und kalkigen Bildungen bedeutend vorherrschen.

Da, wie bereits erwähnt, in den Randketten der Kreidezone, welche die bisherigen Untersuchungen Prof. Kaufmann's vorwiegend betreffen, die Aufschlüsse nicht tief genug gehen, kennt man den tiefsten Kreidehorizont aus der Gegend des Vierwaldstättersees nicht eingehender. Um so besser sind dagegen die Glieder der Kreideserie vom Kieselkalke aufwärts untersucht, und zwar, wie gesagt, am Aussenrande der Kreidezone. Ein gutes Beispiel für die hier herrschenden Ablagerungsverhältnisse bietet das klar aufgeschlossene und leicht zugängliche Profil am Ostabhange des Lopperberges gegenüber Stanzstad<sup>1)</sup>.

Der Lopper bildet den östlichsten Ausläufer des Pilatus und wird von einer concordanten Schichtfolge gebildet, welche gleichmässig

<sup>1)</sup> Vergl. Kaufmann, Pilatus. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. V., 1867, pag. 74.

unter etwa 45° südlich einfällt, und deren abgebrochener steiler Schichtenkopf nach Norden sieht.

Das tiefste Glied, welches über den Schutthalden des Nordfusses zu Tage tritt, ist ein dunkelgrauer, aphanitischer, stellenweise durch Aufnahme von mergeligen Bestandtheilen verunreinigter Kalksandstein, Kieselkalk der Ostschweizer. Derselbe hält bis in die Nähe der Acherbrücke an und führt hier in einer sich einschiebenden Mergellage in grosser Menge *Echinospatagus cordiformis*<sup>1)</sup>. Die obersten Lagen des Kieselkalkes sind demnach bereits mittelneocom und wir müssen daher das Aequivalent des Valangien, welches die Herren C. Mayer und Désor<sup>2)</sup>, nach den Erfahrungen Herrn Escher's im Sentis wohl mit Recht, in dem Kieselkalke zu sehen geneigt sind, in dessen tieferen Lagen suchen, während man die oberste Partie schon zu der höheren, vorwaltend mergelig entwickelten, mittelneocomen Schichtgruppe zu ziehen hat.

Den Abschluss des Kieselkalkes nach oben bildet eine dicke Bank von grobkörnigem, lichtgrauem Kalke, der voll ist von fein zerriebenen Trümmern organischer Reste (Echinodermenbreccie Kauf.), eine, wie es scheint, ziemlich locale Bildung. Derselben ruht eine wenig mächtige, glauconitreiche Lage eines dunklen Sandsteinschiefers auf (Altmansschichten K.), aus welcher Herr Prof. Kaufmann folgende Arten anführt:

*Belemnites pistilliformis* Bl.  
*Nautilus neocomiensis* d'Orb.  
*Haploceras Grasianum* "  
 " *Matheroni* "

Nun folgt ein circa 100 Meter mächtiger Horizont von grauen Mergelschiefen, zwischen welche sich nach oben härtere Lagen einschieben (Knollenschichten Kauf.), mit so ziemlich derselben Fauna wie die Altmansschichten:

*Belemnites pistilliformis* Bl.  
*Nautilus neocomiensis* d'Orb.  
 " *Requienianus* "  
*Schloenbachia cultrata* "  
*Crioceras Duvalii* Emm.  
*Exogyra Couloni* Dub.

Die Mergel werden nach oben immer mehr von grauen Kalkbänken verdrängt, die theils mit dem tieferen Kieselkalke, theils mit dem höheren Urgonkalke Aehnlichkeit haben und eine Fauna führen, die sich eben so gut an die mittelneocomen, wie an die Urgonfaunen anlehnt. Prof. Kaufmann bezeichnet daher diese Abtheilung als Grenzsichten und führt aus derselben folgende Formen an:

*Serpula Pilatana* May.  
*Ostrea rectangularis* Röm.  
 " *Couloni* Dub.  
*Pecten alpinulus* May.

<sup>1)</sup> Vergl. Kaufmann, Rigi. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. XI., 1872, pag. 151.

<sup>2)</sup> Vergl. Actes soc. helv. sc. nat. 1865, pag. 76.

*Fimbria corrugata* Sow.  
*Terebratula Sella* Sow.  
*Rhynchonella Gibbsiana* Sow.  
*Toxaster Brunneri* Mer.

Die Grenzsichten gehen nach oben über in ein 20—40 Meter mächtiges Lager von zum Theil dichtem, zum Theil oolithischem und späthigem Kalke, welchen Herr Prof. Kaufmann als unteres Urgon auffasst, wohl mehr auf Grund der Lagerung, als der darin gefundenen Fossilien:

*Serpula Pilatana* May.  
*Nucleolites Roberti* Gras.  
*Catopygus Suitensis* Des.  
*Holaster L'Hardyi* Dub.  
 Milioliten.

Der untere Urgonkalk geht ohne scharfe Grenze in den darüberfolgenden, etwas lichter gefärbten Rudistenkalk über. Dieser besteht aus zwei je circa 40 Meter mächtigen Kalklagern, welche die bezeichnenden Rudisten des oberen Urgon führen und durch eine bei 12 Meter starke Zwischenlage von Mergelkalk und Schiefer getrennt sind. Die Fauna dieser Zwischenlage ist in der Mehrzahl der Formen für das Aptien charakteristisch:

*Pterocera pelagi* Brg.  
*Terebratula tamarindus* Sow.  
 " *Kaufmanni* Bachm.  
*Rhynchonella Gibbsiana* Sow.  
*Pygaulus Desmoulinsi* Ag.  
*Toxaster oblongus* Del.  
*Orbitulina lenticularis* Lamk.

Das obere Urgon zeigt demnach in der Gegend des Vierwaldstättersees dieselbe innige Verbindung mit dem Aptien, wie wir sie entlang der nordalpinen Kreidezone vom Dauphiné bis Vorarlberg an sehr vielen Punkten wiederfinden. Dagegen ist die ausschliesslich mergelige Facies des oberen Urgon, also ein reines Aptien, wie in den Basses Alpes, von diesem Theile der Kreidezone bisher nicht bekannt.

Mit der oberen Caprotinenbank schliesst die Serie der Kreidebildungen am Lopper in gleicher Art, wie auch in einem grossen Theile der Pilatusgruppe, ebenso wie auch auf der Höhe des Vitznauer Stockes und der Hochfluh, wo eocäner Sandstein in ähnlicher Weise über dem Urgon unmittelbar transgredirt, wie wir dies oben im Justisthale gesehen. Dagegen ist die Kreideserie vollständig in der Tiefe der angrenzenden Synklinalen. Hier folgt über der oberen Urgonbank zunächst eine verschieden mächtige Lage von grobspäthigem Kalke mit einer Fauna, die aus einer Anzahl von Aptformen besteht, also ein zweites, oberes Aptienmitglied als Abschluss des Urgon nach oben. Darüber Gault und Seewer mit den gewöhnlichen Eigenschaften, jedoch nicht sehr mächtig<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vergl. Kaufmann, Bürgen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. XIV., 1877, pag. 141.

### Churfürsten.

Von Wesen bis Sargans zieht sich, das Nordgehänge des Wallenseethales bildend, eine lange Felsmauer hin, der Schichtenkopf einer im Allgemeinen nach NO. neigenden, vorwaltend kalkigen Sedimentfolge. In der Mitte des Steilabhanges verläuft, veranlasst durch einen weicheren Schichtcomplex, eine mit Weiden bedeckte Stufe hin, eine mächtige tiefere Felsterrasse von einer höheren, durch Denudation zu vielen isolirten Gipfeln und Gräten ausgenagten trennend. Die tiefere Terrasse gehört dem Jura, die obere der Kreide an. Durch eine tiefe Falte, die in nordost-südwestlicher Richtung aus der Gegend von Grabs über den Voralpsee gegen Wallenstadt verläuft und über der Alpe Vergooden im Querrisse schön zu sehen ist, wird die bezeichnete Sedimentmasse tektonisch in zwei beinahe gleiche Hälften getrennt, von denen die westliche den Namen Churfürsten führt, während die östliche unter der Bezeichnung *Alvierberge* bekannt ist.

Die Churfürsten-Alvier-Gruppe bildet eine, und zwar die grösste jener isolirten Partien, welche wie Mürtschen, Fläscherberg, Churer Calanda etc. als Denudationsreste eines Mantels von jüngeren Sedimenten die Glarner Freiberge rings umrahmen. Die Tektonik der Churfürsten-Alvier-Gruppe steht, wie sich schon aus dem Verlaufe der oben angegebenen Falte zwischen Grabs und Wallenstadt ergibt, in vollster Uebereinstimmung mit dem Verlaufe der Wellen im Sentis sowohl als im westlichen Voralpberg.

Die Schichtfolge ist sehr klar aufgeschlossen und lässt sich z. B. auf dem Wege von Wallenstadt über den Kaiserruck nach Wildhaus auf das Vollständigste beobachten. Auf der Strecke von Wallenstadt nach der Alpe Lössis, also von der Thalsole nach der oben erwähnten Terrasse, auf der die bezeichnete Alpe liegt, verquert man zunächst die untere von Jurasedimenten gebildete Stufe. Das oberste, am stärksten vortretende Glied der Juraserie bildet der Hochgebirgskalk, ein dunkelgraublauer, dichter Kalk, der, wie in der ganzen Ostschweiz, auch hier zum grossen Theile in der Cephalopodenfacies entwickeltes Tithon ist, wie die darin gemachten Fossilfunde bei Quinten beweisen.

Den Abschluss des Hochgebirgskalkes nach oben bildet eine Zone von urgonartigem, im frischen Bruche dunkelgrauen Kalke, der zum Theile späthig ist und an der oberen Grenze mit dunklen Kalkschiefern wechsellagert, die ihn allmählig verdrängen. Dieser Kalk (*Troskalk* Escher<sup>1)</sup>, *Stramberger Nerineenkalk* Moesch<sup>2)</sup>, *Corallien* Bachmann<sup>3)</sup>) führt die Fauna der Stramberger Corallienfacies, die hier also ähnlich, wie nach der Darstellung von Mojsisovics<sup>4)</sup> bei Stramberg, die Cephalopodenfacies überlagern würde. Indessen scheint es nach Prof Bachmann's Untersuchungen; dass die Coral-

<sup>1)</sup> Vergl. Studer, Index d. Petr. u. Strat., p. 242.

<sup>2)</sup> Moesch, Jura in den Alpen d. Ostschweiz. Zürich, 1872, p. 24.

<sup>3)</sup> Bachmann; Jura im Canton Glarus. Berner Mittheilg. 1863, p. 162.

<sup>4)</sup> Mojsisovics, Jura von Stramberg. Verhandlg. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1867, p. 187.

lienkalke unregelmässig auftretende Einlagerungen im Hochgebirgskalke bilden, ohne an ein bestimmtes Niveau gebunden zu sein.

Ueber dem Corallienkalke folgt ein ca. 100 Met. starker Horizont von dunklen, glänzenden Mergelschiefern (Balfriesschiefer Escher<sup>1)</sup>, Aptychenschiefer Moesch<sup>2)</sup>, schwarze Kalkschiefer Bachmann<sup>3)</sup>, Berriashorizont?). Derselbe wurde früher von Escher und seiner Schule als oberstes Juraglied aufgefasst, führt aber eine evident neocome Fauna, die nach Prof. Studer<sup>4)</sup> aus folgenden Formen besteht:

*Belemnites bipartitus* Desh.  
 „ *dilatatus* Bl.  
 „ *Orbignyanus* Duv.  
*Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb.  
*Aptychus Didayi* Coqd.  
*Aptychus Gümbeli* Winkl.

Hiezu liessen sich nach den im Züricher Museum vorhandenen Materialien anführen:

*Belemnites latus* Bl.  
*Terebratula diphyoides* d'Orb.  
 „ *Moutoniana* d'Orb.  
*Rhynchonella contracta* d'Orb.

Nach Prof. Moesch würden über den schwarzen Berriasschiefern in den Alvierbergen ca. 60 Met dunkle Kalke vom Aussehen des Hochgebirgskalkes folgen mit der Cephalopodenfauna von Stramberg. Auf dem Wege von Wallenstadt nach Wildhaus ist von diesem Horizonte keine Spur zu sehen, sondern es folgt, wie dies in der ganzen Ostschweiz der Fall ist, über den dunklen Berriasschiefern die mächtige Kieselkalkabtheilung, welche nach den Befunden Herrn Escher's im Sentis das Aequivalent des Valangien enthält.

Ueber den mächtigen Kieselkalken folgt eine etwas weichere, nicht sehr mächtige Partie von grauem Mergelkalke, das muthmassliche Aequivalent des Mittelneocom, welches, entsprechend seiner weicheren Beschaffenheit, eine kleine, mit Hochwiesen bedeckte Stufe am Abhange veranlasst, über welcher die mächtige Steilmauer des Urgonkalkes sich aufbaut.

Der Urgonkalk ist im tiefsten Theile späthig und führt stellenweise eine ähnliche Pygmaeaenfauna wie in Vorarlberg, also die Fauna des unteren Urgon. In den höheren Lagen sieht man häufig Querschnitte von Rudisten, während die Decke der Urgonlage von einem grobkörnigen Kalke gebildet wird, der eine Menge organische Trümmer und eine Aptfauna führt, wie man sie von der Wannenalp bei Iberg kennt. Die obersten Urgonlagen zeigen überhaupt auf dem Churfürsten ganz dieselbe Ausbildung wie auf Wannenalp.

Der nun folgende Gault, bei 40 Met. mächtig, ist im tiefsten Theile quarzitähnlich, höher in der Hauptmasse reiner Riffsandstein

<sup>1)</sup> Vergl. Studer, Index d. Petr. u. Stratig., p. 25.

<sup>2)</sup> Moesch, l. c., p. 27.

<sup>3)</sup> Bachmann, l. c. p. 165.

<sup>4)</sup> Vergl. Studer, Index der Petr. u. Stratig., p. 25.

und zuoberst durch viele lichte Kalkknollen, ähnlich wie an manchen Stellen im Vorarlbergischen, verunreinigt, scheint aber sehr fossilarm zu sein. Desgleichen führt auch der auffallend mächtige Seewerkalk der die höchsten Kämme der einzelnen Firsten bildet, nur schlecht erhaltene Inoceramenreste. Auffallend ist auf den Churfirsten die verhältnissmässig grosse Mächtigkeit und Vollständigkeit aller einzelnen Kreideglieder.

### Sentis.

Es wurde oben bei Besprechung der Savoyer Voralpen darauf aufmerksam gemacht, dass die Sedimente der Schweizer Kreidezone gewöhnlich in zwei parallelen Zügen zu Tage treten, von denen der eine, innere als Schichtenkopf der Kreideserie sich unmittelbar an das ältere Gebirge anlegt, während der zweite, äussere Kreidezug durch eine wallförmige Aufwölbung der Schichten über die Decke der Tertiärsedimente gehoben erscheint. Beide Züge trennt eine in der Regel von cocänem Flysch erfüllte Mulde. Die Rolle des vorgelagerten cretacischen Walles gegenüber der im vorhergehenden Abschnitte besprochenen Schichtenkopfmasse der Churfirsten spielt der Zug des Sentis.

In seiner Totalität erscheint der Sentis als ein grosses, tonnenförmiges Gewölbe, welches bei Amden auftaucht, bis in die Gegend des Sentis-Altman-Profils anschwillt und von da nach NO. wieder abnimmt, um bei Oberriet sich wieder unter den Alluvionen der Rheinthalebene zu verlieren. Dieses grosse Tonnengewölbe erscheint durch untergeordnete, sehr intensive Faltungen in sich selbst mehrfach gegliedert. Herr Escher<sup>1)</sup>, der die tektonischen Verhältnisse des Sentis auf das Sorgfältigste studirte, unterscheidet in dem complicirtesten Profile, welches durch die Gipfel des Sentis und Altman läuft, zugleich der höchsten Erhebung des grossen Hauptgewölbes und der Wasserscheide entspricht, sechs Falten, die übereinstimmend mit dem allgemeinen Baue des Hauptgewölbes nach NW., also gegen das niedere Vorland überkippt erscheinen, sonach der für die Nordalpen geltenden tektonischen Regel auf das Vollkommenste entsprechen. In der Zahl sechs lassen sich aber, wie gesagt, die secundären Falten nur an der Culminationsstelle des grossen Hauptgewölbes unterscheiden. In dem Masse, als das Hauptgewölbe nach NO. und SW. sich verjüngt, verlieren sich einzelne dieser Falten, so dass das Hauptgewölbe an seinen Enden bei Oberriet und Amden nur eine einzige, weiter nicht gegliederte Wölbung zeigt.

Das grosse Gewölbe des Sentis besteht ausschliesslich aus Sedimenten der Kreideformation. Leider gehen, trotz der intensiven Faltungen, die den Sentis zu einem „Modell des Gebirgsbaues“ stempeln, die Aufschlüsse an keiner Stelle tiefer als bis an die Ablagerungen der Kieselkalkgruppe, so dass das tiefste alpine Kreideglied, der Berriashorizont, nirgends zu Tage tritt. Es sind sonach im Sentis ähnlich wie in der Gegend des Vierwaldstättersees, nur die

<sup>1)</sup> Escher. Geolog. Beschreibg. d. Sentisgruppe. Beitr. z. geolog. Karte der Schweiz. XIII., 1878.

Kreideglieder vom Kieselkalke aufwärts, und zwar auf das Sorgfältigste studirt. Sehr leicht und zugänglich lässt sich die Serie der Kreideablagerungen im Sentis verfolgen auf einer Tour von Weissbad über den Sentisgipfel nach Wildhaus. Dabei ist speciell das Profil, welches die in ihrer nordöstlichen Fortsetzung über dem Seealpsee schön aufgerissene Gipfelwelle<sup>1)</sup> des Sentis bietet, eines der vollständigsten.

Den Kern der aufgerissenen Welle bildet der mächtige Kieselkalk. Derselbe ist in seiner tiefsten Abtheilung grobbankig und enthält untergeordnete Lagen von urgonartigem Kalke. Die groben Kieselkalklagen enthalten eine Menge grösserer Quarzkörner, die dann auf angewitterten Flächen vorragen und dem Gesteine ein eigenthümliches Aussehen geben. Diese Bänke bilden das Lager des *Pygurus rostratus* und der *Janira atava*, auf Grund deren sie von Herrn Escher als Aequivalent des Valangien aufgefasst wurden. Auch die urgonartigen Bänke enthalten eine Menge, leider nicht näher bestimmbare, organische Trümmer.

Die obere Partie des Kieselkalkes ist dünnschichtiger und von mergeligen, weicheren Lagen durchsetzt, die nach oben immer mehr überhandnehmen. Diese obere Partie des Kieselkalkes sowie die daraus sich entwickelnden Mergel führen die Fauna des mittleren Neocom.

Der nun folgende mächtige Urgonkalk lässt sehr gut einen unteren, durch die gewöhnliche Fauna des unteren Urgon charakterisirten Theil und eine obere durch Führung von Rudisten bezeichnete Abtheilung unterscheiden. Letztere schliesst eine Lage von Aptmergeln ein in ähnlicher Art wie am Lopper.

Der Gault zeigt die für die Ostschweiz gewöhnlichen Charaktere, ist jedoch viel weniger mächtig als an den Churfürsten, dagegen stellenweise sehr fossilreich.

Der Seewer ist im Sentis besser als an irgend einem Punkte der Nordalpen untersucht. Derselbe ist nicht so mächtig wie an dem Churfürsten und lässt gut eine untere, vorwaltend kalkige und eine obere, mergeligschiefrige Abtheilung unterscheiden, von denen die erstere eine vorwiegend cenomane, die letztere eine senone Fauna führt.

Ueber die Verhältnisse des Kreidegebietes von Vorarlberg, mit welchem die Schweizer Kreidezone nach Osten im Grossen abschliesst, vergl. des Verfassers Aufsatz „Ueber Vorarlberger Kreide“ im 4. Hefte 1879, dieses Jahrbuches.

<sup>1)</sup> Escher, l. c. p. 234, Kette II.

## I n h a l t.

	Seite		Seite
Einleitung	493 (1)	Freiburger Alpen	523 (31)
England . . .	494 (2)	Justisthal . . .	532 (40)
Pariser Becken	496 (4)	Vierwaldstättersee	535 (43)
Jura . . .	498 (6)	Churfürsten	539 (47)
Rhônebucht	501 (9)	Sentis . . .	541 (49)
Salève	514 (22)	Vorarlberg	542 (50)
Savoyen . . . .	518 (26)		