

DER
KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHS-ANSTALT.

I.

Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol.

Von C. W. GÜMBEL,
königlich-bayerischem Bergmeister in München.

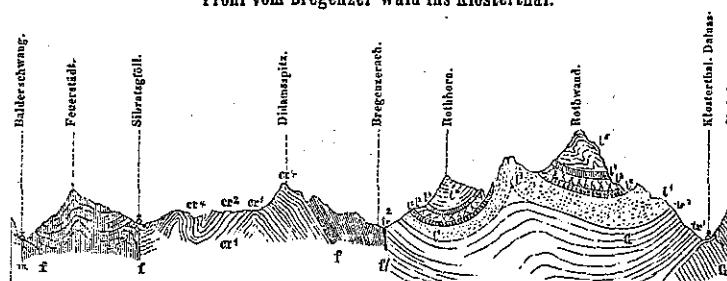
Die Voruntersuchungs-Arbeiten, mit welchen ich behufs der geognostischen Aufnahme der bayerischen Landestheile während des Herbstes 1854 in dem süd-westlichen Gebiete der bayerischen Kalkalpen des Algäu's beschäftigt war, liessen mich meine früheren auf verschiedenen Reisen gesammelten Beobachtungen in den Kalkalpen Tirols und Vorarlbergs noch einmal überblicken und die vereinzelten Ergebnisse zu einem zusammengeordneten Ganzen vereinigen.

Es beschränken sich meine gegenwärtigen Mittheilungen jedoch auf den Theil Vorarlbergs und des westlichsten Tirols, welcher zwischen dem Rhein, dem krystallinischen Schiefergebirge der Hauptzone, dann zwischen dem Kaisersjoch und der bayerischen Gränze gelegen ist.

Um die Resultate meiner Beobachtungen genauer mit denen unserer ausgezeichneten Alpenforscher, eines Studer, Escher, Merian vergleichen zu können, wähle ich zwei Hauptprofile in nord-südlicher Richtung, welche sich denen von Studer gegebenen auf's Engste anschliessen und füge der Besprechung dieser Profile die übrigen Bemerkungen hinzu, welche nach der ausgezeichneten Schilderung Escher's von der Linth noch von allgemeinem Interesse zu sein scheinen.

Figur 1.

Profil vom Bregenzer Wald ins Klosterthal.



G1 Glimmerschiefer. tr¹ Rother Sandstein. G Gyps. tr² Untere Alpenschiefer. U Unterer Dolomit. U¹ Gervillenschichten.
Dachsteinalk mit *Megalodus triquetus*. P¹ Rother Adnethner Kalkstein. P² Algäuschiefer. cr¹ Neocomien. cr² Caprotinien-
kalk. cr³ Galt. cr⁴ Seewerkalk und Inoceramenschiefer. m Molasse.

Die Molasse, welche an dem südlichen Gehänge des Balderschwanger Thales in Form von Kalknagelfluh ansteht, endet an der grossen Thalkluft der Ach, welche mit ungeheuren Massen von Gebirgschutt ausgeebnet ist.

Mit schwacher südwestlicher Neigung ragen die Schichtenköpfe der hier röthlich gefärbten Nagelfluh an den Gehängen in terrassenförmig übereinander gelagerten Felszügen, von denen zahlreiche Blöcke über dem Abhange bis zur Thalsohle zerstreut liegen. Diese Nagelfluh besteht aus sehr verschiedenen Rollstücken des benachbarten Kalkgebirges und zeigt jene merkwürdige Erscheinung, dass die sich berührenden Rollstücke gleichsam in einander hineingehobt erscheinen, in besonderer Vollkommenheit. Immer ist es das Rollstück einer härteren Steinart, welche sich in ihren weicheren Nachbar hineingearbeitet hat; es ist hierdurch die natürlichste Erklärung dieser auffallenden Erscheinung angedeutet, dass nämlich dieses ineinandergehobtsein durch eine fortgesetzte Reibungsbewegung der energischsten Art entstand, welcher beide Rollstücke als bereits abgelagerte Geschiebe in einer Geröllbank ausgesetzt waren.

Südlich vom Balderschwanger Thale erheben sich ziemlich sanft ansteigend die mit Weideflächen überzogenen Gehänge des Feuerstädltberges, oberflächlich fast ohne Spur eines anstehenden Gesteins. Jeder berganführende Tobel aber enthüllt uns eine reiche Folge jener grauen, glimmerreichen, weiss punctirten Sandsteine mit schwarzen, grünlichen und graulichen Schieferthon und rauchgrauen dünnkantigen Kalknugeln wechselnd, welche *Chondrites intricatus*, Ch. *Targioni*, *Helminthoidea* u. m. a. enthalten und sich hierdurch als echten Flysch charakterisiren. Höher gegen den Gipfel des Berges zeigen sich vorherrschend thonige Schiefer und Mergel, erstere vorherrschend von grauer Farbe, jedoch streifenweise auch bunt — schwarz, grünlich und roth — gefärbt.

Unter mannigfachen Biegungen und Windungen fallen die Schichten im Allgemeinen in Stunde 11 mit 45—50 Grad in Südosten ein.

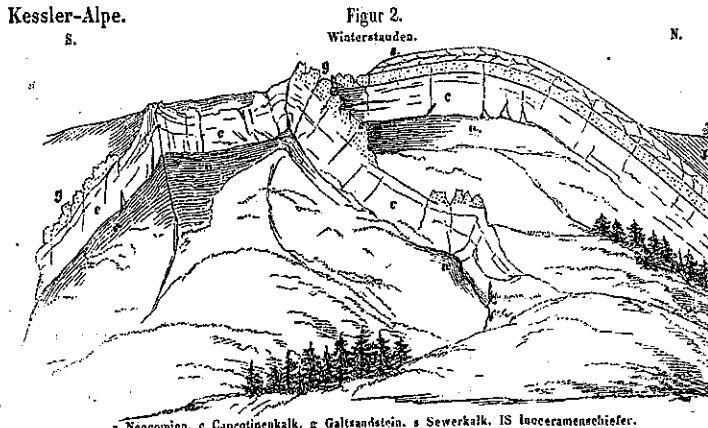
Jenseits der Bergspitze der Feuerstädlt und am Gehänge gegen Sibratsgöll zu ist durch Abrutschung häufiger anstehendes Gestein sichtbar; unter dem Gipfel zeigt eine hohe Wand sehr gewundene grüne und rothe Schieferthone; darauf lagert ein äusserst feiner, fast dichter kieseliger Kalkstein von röthlicher Färbung und mit Hornsteinknollen, welcher seiner Gesteinsbeschaffenheit nach dem Wetzsteine vom Ammergau täuschend ähnlich ist. Seine Verbindung mit benachbarten flasrigen Kalksteinen, welche dem Seewerkalk angehören, scheint ihn derselben Bildung zuzuweisen.

Schwarze Schiefer mit Concretionen von Hornstein, dunkelfarbige Mergel liegen jenen weisslichen Kalken benachbart; eine Schutthalde überdeckt tiefer herab das Gehänge und erst am Wege in Rindberg selbst werden grobkörnige, grünliche Sandsteine mit einzelnen weissen hervorstehenden Quarzkörnchen und zahlreichen Glauconiteinmengungen anstehend getroffen. Ihre Schichten fallen mit 15 Grad nach Stunde 3 in Südwesten ein. Verfolgt man diesen Sandstein, der ein eigenthümliches Aussehen besitzt, seinem Streichen nach ostwärts, so geht er in einen sehr festen grünen Sandstein über, durch welchen in dem Fügen-

bach eben ein neuer Weg gesprengt wird; er liegt hier auf Caprotinenkalk und wird von grauem fleckigen Schiefer bedeckt — ist also Galtsandstein.

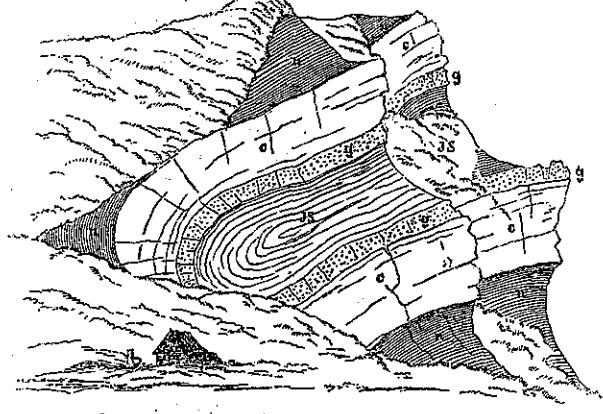
Das Gehänge zwischen Sibratsgöll und der Thalsohle lässt stellenweise eben diesen fleckigen grauen Schiefer beobachten, während über der Ach nach Süden weite Strecken durch Weide und Wald verdeckt sind, zwischen welchen hie und da die steile Wand des Caprotinenkalkes in isolirten Felsrissen hervortritt. Zweimal überschreitet man dieses hervorstechende Kalkflöz, das eine Mal vor der Alpe Gadberg, da wo der Weg von Sibratsgöll nach dem Sommerdorfe Schönebach sich von dem rechten auf das linke Thalgehänge hinüberzieht, und zum zweiten Male am Scheunkopf, über dessen Vorsprung der Weg nach Schönebach sich emporzieht. Das Kalkflöz streicht einerseits westlich zur Höhe der Winterstauden, andererseits zieht es, dem Thale parallel, auf dessen östlicher Seite und steigt, von da wieder abwärts sich wendend, zur Höhe des Söfenschroffen, stets begleitet von dem ihm aufliegenden, hier mürben, schmutzigweissen quarzigen Galtsandstein. Nirgends sind die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse der Kreideschichten deutlicher und schöner zu beobachten, als in diesem Gebirgsthale, das von Sibratsgöll zum hohen Ifer zieht. Der Caprotinenkalk, als hervorstechendes Glied dieses Schichtcomplexes, zeigt sich so vielfach zusammengefaltet, gewunden und gebogen, als seien die gewaltigen Steinmassen nur dünne Blätter eines Buches gewesen, welche man von zwei Seiten zusammengedrückt hatte; das Flöz macht dadurch eine Menge Mulden, Sättel und mantelförmige Decken. Sehr häufig sind die Gewölb-Kuppel und Decken zerborsten, zerrissen und es treten die Ränder der Zerreissungspalten als rissförmig fortlaufende Wände zu drei und vier über einander, als seien es eben so viele verschiedene über einander liegende Bänke, an den Gehängen hervor; oft ist die Biegung so stark, dass Hangendes zum Liegenden sich umkehrt.

Wir geben im Nachstehenden die Ansicht eines Theiles des östlichen Gehänges am Winterstaudenberg und eine Wand zwischen der Besslesgund- und Kessler-Alpe.



Figur 3.

Wand bei der Kessleralpe.



n Neocomien, e Caprotinenkalk, g Galsandstein, IS Inoceramenschiefer.

Südlich von der vorderen Ifer-Alpe stehen schwarze, mergelige Schiefer- und Kalkbänke des Neocomien mit vielen, aber nur sehr schlecht erhaltenen Petrefacten an. Da wo der Fusssteig aus dem Thale links über die Höhe zum hintersten tiefen Ifertobel sich hinanzieht, bemerkst man zahlreiche quarzige, splitterig zerbrochene Gesteinsfragmente, welchen höher am Gehänge die schwarzen Neocomien-Schichten, hier mit nordöstlichem Einfallen aufliegen.

Die etwa 500 Fuss hohe Iferwand, welche fast ununterbrochen vom hohen Ifer bis zum Didamsberg fortzieht und zwei an einander gränzende, prächtvolle Mulden umschliesst, lässt die Aufeinandersfolge der verschiedenen Schichten des Neocomien auf's Klarste überschauen.

Die unterste Schichte, welche zu Tage tritt, bildet nun, von Ferne schon sich durch die hervorstechend weissliche Färbung ausgezeichnete, 40—50 Fuss mächtige Bänke, welche bei naher Betrachtung aus einem quarzreichen, oft feinkörnigen und partienweise krystallinischen schwarzgrauen Kalksteinen bestehen; dieser geht mit zunehmender Härte nach oben in einen sehr dünnbankigen, eben-geschichteten Sandstein von weisslichgrauer Farbe über, welchen ausgewittert fast wie die obere Lage des Galsandsteines aussieht. Die unterste Lage des genannten Kalksteines ist durch Kalkspathader weiß marmorirt; die zu Tage tretenden Flächen sind theils durch Auswittern des Kalkes gebleicht, theils durch Flechten (*Lecanora rimosa* Schae., *Lecidea contigua* Fr. u. m. a.), welche nur auf kieseligen Kalken vorkommen, weisslich gefärbt.

Diese Kalksteine gleichen denen bei Au, welche gemäß darin aufgefundenen Versteinerungen unzweifelhaft jurassisch sind, aufs genaueste, doch an Versteinerungen konnte ich hier nichts finden, und so bleibt ihre Gleichstellung mit dem Auerkalke noch unsicher.

Ueber diese Zone von kieseligen Kalksteinen und Sandstein folgt eine mächtige Lage dunkelfarbigen Mergels, wechselnd mit gleich gefärbten dünn-bankigen Kalken und Mergeln, in welchen viele zerbrochene Conchylien, besonders häufig Terebrateln, dann Crinoiden vorkommen. Unter den hier gesammelten Petrefacten konnte ich

Spatangus retusus und

Terebratula lata bestimmt erkennen.

Noch höher nehmen die sandigen Mergelschiefer immer zahlreicher Glauconitkörnchen auf und wechseln mit dunkelfarbigen Mergelkalken, welche ebenfalls mit Glauconit reichlich erfüllt, eine oft ausgezeichnete oolithische Structur besitzen. Aus diesen Schichten stammen

Terebratula tamarindus,

" *depressa* und

Ostrea macroptera.

Viele Gesteinsblöcke sind von weissen Kalkspathadern durchzogen, andere von intensiv orange-gefärbten, zum Theile in Rhomboedern krystallisirten, theilweise zersetzten Braunkalpathsnürchen. Diese obere Schichtenzone des Neocomien bildet das unmittelbare Liegende des Urgonien — Caprotinenkalkes — dessen mächtige Bänke das untenliegende weichere Gestein vor weiterer Zertrümmerung schützend, die Höhe des Hohenifers und der Verbindungswand bis zur Didamsspitze krönt.

Der Caprotinenkalk des Hohenifer ist abweichend dunkelfärbig, größtentheils einiform, zum Theil oolithisch und nur selten mit dem hellen Streifen einer durchbrochenen *Caprotina* oder *Gryphaea* versehen. Seine deckenähnliche Schale, mit welcher er das Südgehänge des Hohenifer und das unheimlich einsame Steinmeer der Gottesackerwand zwischen Hohenifer und Hirscheck in fast horizontaler Lage überwölbt, unbedeckt zu Tage stehend und der zernagenden Einwirkung der Jahrtausende ausgesetzt, ist an der Oberfläche bald in getrennte, zum Theil lose Blöcke, zu cannelirten Spitzen und scharfen Schneiden ausgewittert, ganz so wie diess bei rasch eintretendem Thau- und Regenwetter zernagt erscheint, durch Auswittern und Unterwaschungen bald zu runden brunnenförmigen Vertiefungen ausgekesselt, deren Tiefe meist nur auf 10 bis 15 Fuss niedergeht; stellenweise jedoch auch in einen ungemessenen Abgrund hinabreicht, bald von einer Zerberungspalte durchschnitten, welche nur auf wenige Schritte offen und gangbar, bald an einer quervorliegenden Wand abschneiden, bald in einen Kessel enden oder auch in fast rechtwinklig laufende Querspalten übergehen, so dass das Wandern durch diese Steinfelder — Karrenfeld, Plattert — auf den spitzigen, wackligen Gesteinstrümmern, oder auf den schmalen Schneiden zwischen den ungewissen Tiefen der kesselförmigen Schüchte, oder in den engen, unheimlichen aller Aussicht beraubten Spalten, welche nur 30—50 Schritte weit reichend, immer wieder auf die sie einschliessende Wände hinauf oder in eine neue Spalte hinabzusteigen zwingen, einem Schwerttanze nicht unähnlich wird.

Solche Karrenfelder sind dem Caprotinenkalke eigen, wo seine Schichten deckenförmig in mehr oder weniger horizontaler Lage sich über grosse Strecken ausbreiten; so am Hohenifer, am Didamsspitze, Hohenfreschen, am Mörgel u. s. w.

Wählt man den Steig, welcher aus dem Hintergrunde der tiefen Mulde zwischen Hohenifer und Didamsberg zur Subersalpe hinaufführt, so steigt man stufenweise über alle beschriebenen Schichten des unteren Neocomien von den untern Kalk- und Sandstein-Bänken, über welche der Subersbach herabstürzt, bis zum Caprotinenkalk, welcher gerade auf der Höhe der Subersalp-Verflachung ansteht und hier normal von gelblichweissen Galtsandstein bedeckt wird. Diese nur 10—15 Fuss mächtige Sandsteinlage zieht sich, als oft durchbrochene Decke das Gehänge überwölbend, einerseits gegen die Didamsspitze, andererseits gegen die Suberalphütte und den Ifergrund. Einen eigenthümlichen, höchst merkwürdigen Contrast zu der allgemein herrschenden Kalkflora bilden die den Sandstein in reichster Fülle bedeckenden Urgebirgs-Kiesel-Flechten¹⁾.

Eben so wenig wie in den zunächst östlich sich anschliessenden Gebirgsteilen, kommt hier der Sewerkalk als Kalkstein zur Entwicklung, und es liegt daher an der Subersalpe unmittelbar auf dem Galtsandsteine lichtgrauer, fleckiger Inoceramenschiefner, welcher Stunde 11 mit 25 Grad nach Südosten einfällt und sich wie der Sandstein bogenförmig von dem Ifergrund durch die Vertiefung der Subersalpe nach dem südlichen Gehänge des Didamsberges hinzieht.

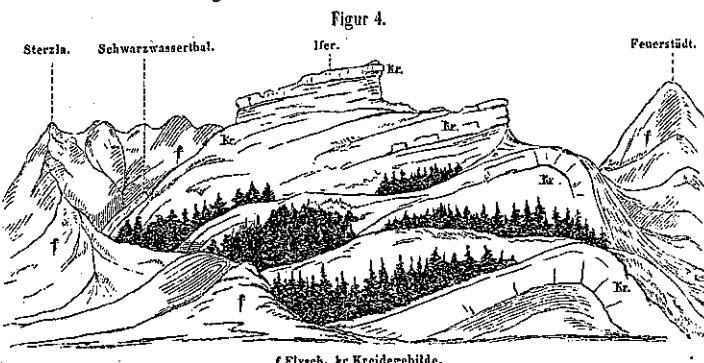
Noch ehe man die Suberalphütte erreicht hat, da wo der Steig nach Schopernau und ins Schwarzwasser-Thal sich theilt, bringt eine oberflächlich überdeckte Terrainneinsenkung plötzlich die Gesteine der Flyschgebilde mit all den charakteristischen Merkmalen dieses Gesteines; die Schichten fallen, wie die des zunächst benachbarten Inoceramenschiefers, Stunde 11 mit 55 Grad nach Südosten ein. Es liegt also hier der Flysch ziemlich gleichförmig auf der Kreidebildung, doch fehlt hier, wie bei Sibratsgföll, die zwischen beiden liegende Nummuliten-Bildung.

Von den südlich sich anschliessenden Höhen, welche vorherrschend aus sandigen Schichten des Flysch bestehen, zieht sich dieser Sandstein fast unter gleichem Neigungswinkel wie das Gehänge St. 11 südostlich einfallend weit hinab gegen das Bregenzerachthal, bis sich mit steilem Einfallen die obere, vorherrschend aus grauem, schwarzem, selten grünem und rothem Schiefer und rauchgrauen Mergelbänken bestehende, mannigfaltig wellig gebogene, an Fucoiden reiche Schieferzone einstellt und von Schopernau sowohl längs des Thales aufwärts gegen Schröcken, als auch auf den Höhen der Sterzla, des Vintscher Jochberges, des Gräsalp- und Toblermann-Berges anhält. Es gehört dieser Flysch der langgestreckten Zone an, welche sich aus der Ebene des Scheintals südlich von Feld-

¹⁾ *Lecanora ventosa*, *L. polytrapa*, *Umbellicularia vellea*, *Parmelia conspersa*, *Urcularia cinerea*, *Leidea geographicus* etc. Die letztergenannte Flechte ist eine der zuverlässigsten Anzeichen eines quarzigen Gesteins; unter einer ganzen Schutthalde von Kalksteinen ist nur das vereinzelte Stück Hornstein von ihr bedeckt, oder der kleine, aus der Masse eines grossen Kalkfelsen hervorragende Hornstein ihre Unterlage.

kirch durchs Illthal, zwischen Satteins und Bludesch über Hochgerrach zu beiden Seiten des grossen Walserthales bis Sontag, dann über Damils und die Mittags spitze in's Bregenzerachthal, und von da bis zum Illerthal bei Obersdorf endlich über Schöllach, Altstetten, Osterschwang mit der Flyschpartie des Balgen und Feuerstädterberges verbindet.

Die Flyschgebilde, deren Zug sich im Illerthal verzweigt hat, schliessen die nach Westen an Breite zunehmende Kreideglieder ringsum ein und bilden eine grossartige Gabel, indem wie spätere Mittheilungen aus der Gegend von Dornbirn und Hohenems zeigen werden, die Glieder des Flysch an der nördlichen Gränzfläche unter die Kreidegebilde einschliessen, an der südlichen ihnen aufliegen. Das nachstehende Profil bringt dieses Verhältniss zur Ansichtigung.



Verfolgen wir nach dieser Abschweifung das Thal der Bregenzerach gegen Hopfreben und Schröcken. Die Flyschgesteine sehen wir bis gegen das Bad Hopfreben mit constantem südöstlichen Einfallen, nachdem die Höhen bereits rechts und links von mächtigen Dolomitmassen eingenommen werden, und ganze Gebirgsteile davon in die Thalsohle herabgestürzt, das Thal weit und breit bedecken, und fast jede Beobachtung über die unmittelbare Aufeinanderfolge der Gebirgsglieder vereiteln.

Das erste anstehende Gestein dem Bade Hopfreben gegenüber besteht aus schwarzem, weichem Schieferthon und weiter in's Hangende aus jenen grünlich weissen, flasrigen Kieselkalken, welchen höher am Gehänge die Dolomite entschieden aufgelagert sind. Die schwarzen Schieferthone gleichen den gypsumführenden Schichten im Kloster- und Lechthale und auch die gerade in ihnen entstehende Heilquelle des Bades Hopfreben spricht für diesen Vergleich. So sehr die Gesteine im Allgemeinen dem Flysche ähneln, so fehlt ihnen hier doch jede Spur der Fucoiden, wie überhaupt irgend eines organischen Einschlusses.

Im Thale aufwärts beobachtet man da wo der Steig nach Schröcken von der Ost-Thalseite auf die westliche sich wendet, die unmittelbare gleichförmige Auf lagerung eines sehr dunklen Kalksteines (knollig, hornsteinführend, dünnbankig), dessen narbenförmig vertiefte Schichtenflächen fleckenweise mit schwarzem, fett

aussehendem Thone überzogen sind, auf unserm flasrigen Kalk und schwarzen Schieferthon. Diese schwarzen Kalksteine gleichen denen des Ill- und Kloster-Thales, welche dort mit dunkelfarbigen Schiefern zwischen Verrucano und Dolomit lagern, und dem schwarzen Kalk der Partnachklamm bei Garmisch, und scheinen den Guttenseiner Kalk zu vertreten. Auf diese Kalkschichten folgen mehr oder weniger dünnsschichtige auffallend weisse Kalkbänke (? Hallstätter Kalk), nur zum Theil dolomitisch, bis höher hinauf der grauliche Dolomit sich einstellt und in einer beträchtlichen Mächtigkeit quer durch's Thal setzt, westlich sich in ununterbrochenem Zuge bis zur Höhe der Künzlespitze, ostwärts zu der wallartigen Felspartie „auf dem Lager“ emporziehend.

Nicht anders sind die Verhältnisse zu beobachten, wenn man von Au über Grasalp durch Dürrenbachthal und die obere Grasalpe bis zu der Schutthalde des dolomitischen Zitterklapfen vordringt, indem zu unerst entschieden fucoidenreicher Flysch, dann nach einer bedeckten Terraineinbuchtung eine Reihe buntgefärbte durch Hornsteinbildung ausgezeichnete Schichten, mit Gypston und flasrigem grünlichen und röthlichen Kieselkalk anstehen; letztere unterteufen den Dolomit, da sämmtliche Schichten südliches Einfallen zeigen.

An einer der obersten Alpen zeigt sich die Schicht des rothen Hornsteins und röthlichen Flaserkalkes reichlich entwickelt; es ist dies jene Schicht, welche Herr Professor Dr. Schafhärtl, wie die rothen Hornsteine am Fallhorn ¹⁾, an der Ebnath und der Geisalpe ²⁾ für Stellvertreter seines braunrothen liassischen Marmors erklärt, der doch um die ganze Mächtigkeit des Dolomits, der Gervillien- und Megalodussschicht höher im Hangenden liegt. Denn hat man im Thal von Hopfreben aufwärts die steilere Partie des Dolomits überstiegen, so stellt sich dem Dolomit gleichförmig aufgelagert ein an der Oberfläche zackig ausgewitterter dunkelblaugrauer, dünkkantiger Kalkstein ein, dem sofort jene gelbgrauen Thone, Mergel und Kalkconcretionen folgen, welche als die Gervillien-Schichten leicht zu erkennen sind. Sie werden von grauen, zum Theil dolomitischen, zum Theil oolithischen Kalken mit weissen Kalkspathadern und von gelbgrauen weissfleckigen, klotzigen Kalken überlagert, welche durch die hervorstehenden herzförmigen Zeichnungen des *Megalodus triqueter* sich leicht als die Dachsteinkalke zu erkennen geben. Noch um eine Schichte höher lagert der braunrothe Marmor von Adneth, welcher im Seitentobel ober der Sägemühle ansteht. Seine organischen Einschlüsse sind nicht besonders reichlich, doch beobachtete ich *Ammonites Turneri*, *Amm. heterophyllus* Sow. und *Belemnites brevis* Bl., welche hinreichen, diesen Kalkstein bestimmt als die Adnether-Schicht anzusprechen.

Ueber dieser genau orientirten Schicht liegt gleichförmig eine mächtige Zone dunkelfarbigen Schieferthons, gelbgrauen fleckigen Mergels und harten spröden Kieselkalkes, braunen weissadrigen Hornsteins und graulichen Sandsteins

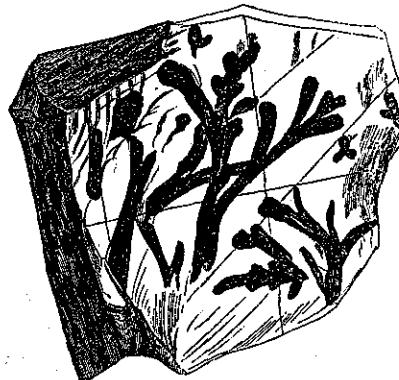
¹⁾ Geognostische Untersuchungen der südbayerischen Alpen. Seite 85.

²⁾ Daselbst Seite 84 und 79.

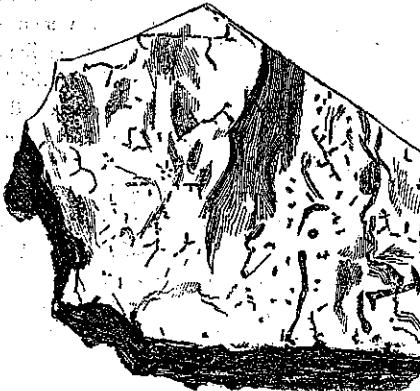
mit untergeordneten schwarzen mangans- und spathiseinhältigen Schiefern und rothem Hornstein, welche in unendlichem Wechsel das Rothorn, den Hochberg bis zu der wieder dolomitischen Kuppe der Suppenspitze einnehmen. Schon aus weiter Ferne erkennt man den breiten Zug dieser flyschähnlichen Gesteine an ihren sehr steilen und doch meist mit Gras bewachsenen oder in fast senkrechten Abrutschungen blossgelegten Gebirghängen, welche in äußerst spitze Gipfel (daher ihre Bezeichnung meist als Eck, Horn oder Spitz) oder in sehr seharfkantigen Rücken zusammenlaufen. Ihre constante Lage über dem rothen Marmor von Adneth, ihr gleichbleibender petrographischer Charakter, ihre weite Verbreitung in Vorarlberg, Tirol und im Algäu zumal, zu welchen sich gewisse paläontologische Charaktere gesellen, begründen die Selbstständigkeit dieser Gesteinszone, welche

ich in diesem Aufsatze sofort als Algäuschiefer bezeichnen werde, da keine der bis jetzt gebrauchten Bezeichnungen völlig mit den eben bezeichneten Gränzen dieser Glieder zusammenfällt.

Wiewohl der Gesteinsbeschaffenheit nach verwandt mit den Fucoidengesteinen des Flysch, unterscheiden sich doch die Algäuschiefer augenscheinlich von ihnen durch die, an den Verwitterungsflächen hellgelbgrauen, im Innern dunkelgrauen kieseligen Mergelkalke, welche durch zahlreich eingemengte Fucoiden gesleckt erscheinen. Diese Fucoiden, unter denen ich nie auch nur ähnliche Formen wie den *Chondrites intricatus*, *Ch. Targionii*, oder eine *Münsteria* oder *Helminthoida* beobachtet habe, unterscheiden sich ganz bestimmt von denen des Flysch und sind besonders in zwei Formen häufig, welche ich, um einmal von bestimmten Formen reden zu können, mit *Chondrites latus* n. sp. und *Chondrites minimus* n. sp. bezeichne und in folgender Weise charakterisire.



Chondrites latus n. sp.



Chondrites minimus n. sp.

Chondrites latus n. sp.

Laub einfach gefiedert; Aeste breit, unter sehr spitzem Winkel abstehend, kurz, nach dem Ende zu schwach gebogen und angeschwollen.

Chondrites minimus n. sp.

Laub einfach gefiedert, klein; Aeste fast unter rechtem Winkel von dem etwas abgesetzten Stammfaden auslaufend, gleich breit, geradlinig, selten etwas gebogen, kurz.

Zugleich mit diesen Fucoiden kommen überall häufig verbreitet vor:

*Ammonites radians Schloth.**Ammonites Valdani d' Orb.**Inoceramus Falgeri Mer.**Belemnites brevis Bl. (?)*

Ammonites amaltheus scheint nicht völlig mit dem des schwäbischen Lias übereinzustimmen.

Einzelne Schichten sind erfüllt von einem Haufwerk von Crinoideen-Resten, aber leider sind sie bis zum Unkenntlichen zerbrochen.

In diesem Schiefersystem machen sich stellenweise mehrere rothe Hornsteinlager bemerkbar; sie scheinen nur örtlich die hervorstechende rothe Farbe zur Schau zu tragen, im Fortstreichenden jedoch oft in unansehnlich grau-grünlichen Hornstein, Kieselkalke und sandige Schichten zu verlaufen. In den liegendsten Schichten bedeckt ein rothes Hornsteinlager oft unmittelbar den rothen Kalk von Adneth; auf diesem kommen, aber ganz bestimmt in höheren Lagen, noch 2 — 3 ähnliche Hornsteinlagen vor, oft von lichtrothen oder grünlichweissen äusserst feinmassigen Kalken, welche den Wetzsteinschichten des Ammagau's sehr ähnlich sehen, begleitet. Im ganzen Gebiet Vorarlbergs und des westlichen Tirols konnte ich eben so wenig, wie im Algäu Aptychen darin finden, erst in dem Vilsengebirg, wo solche durch Studer und Escher zuerst bekannt wurden, zeigten sich dieselben, und von da ostwärts häufig (Hirschbühel bei Garmisch, Gaisthal bei Lermas hinter der Zugspitzwand).

Nicht minder bemerkenswerth ist der Reichthum an Eisen- und Mangan-Erzen, erstere in Form von Knollen und Putzen als thoniger Sphärosiderit (Bergbau bei Kaisers) letztere als dunkelschwarze Schiefer, deren Streifen sich von Ferne schon bemerkbar machen.

Am Rothhorn und Hochberg leuchten jene rothen Hornsteinstreifen in der oberen Etage der Algäuschiefer weithin, und doch konnte ich in ihrer Fortsetzung zwischen Schröcken und Krumbach nichts Anderes dafür ansehen, als grünlich gefärbte hornsteinige Sandsteine. In grosser Mächtigkeit setzen hier die Algäuschiefer in der grossen Terrainembuchung zwischen Schröcken und Krumbach östlich fort in's Algäu, wo sie unter den Dolomit des Bieberkopfs, Gross-Rappenkopf und Mädelegabel einfallen.

Das Thal von Schröcken endet südlich an der steilen Felswand des Auffeldes, hinter welcher sich über eine flachgeneigte Terrasse abermals in zackig zerriissen Felsmassen der Dolomit der Suppenspitze erhebt.

Wendet man sich daher von Schröcken auf dem Saumpfad in's Lechthal, so trifft man, nachdem man die reiche Reihe der erst südlich, dann nördlich einfallenden Algäuschiefer überschritten hat, da wo der Weg nach Krumbach in's Lechthal sich scheidet, wiederum den rothen Marmor von Adneth, schwarzen Megaloduskalk, und in der Vertiefung zunächst der Wasserscheide die weichen Gervillienschichten. Der rothe Kalk zieht sich am Gehänge des Aar- und Warth-Horn's gegen Warth zu, und setzt oberhalb Stög durchs Lechthal. Andererseits dürfte sicher anzunehmen sein, dass die Gervillienschicht mit dem stets ihr vergesellschafteten Megalodus- oder Dachsteinkalk und rothen Adnether Marmor nördlich von der Suppenspitze, deren Dolomit deutlich Nordeinfallen zeigt, durchziehe, und gegen Rothplatz, Rothbrunn und Buchboden fortsetze — vielleicht bis Marou!!

Während man nun von der Wasserscheide zwischen Lech und Rhein am Geisbühl und Aarhorn südlich herabsteigend die Gervillienschicht unterteufende Dolomite erwartet und über durch Weidland überdecktes Terrain rasch tief hinabkommt, begegnet man, ohne auf Dolomit gestossen zu sein, in der Nähe des Gypsiteobels schwarzen Schiefer, mit Hornstein wechselnd.

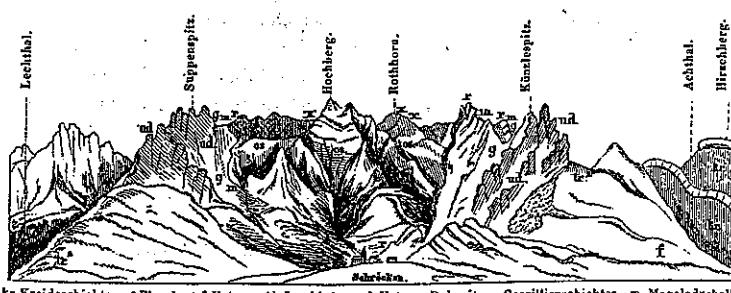
Im Tobel selbst findet sich in diesem Schiefer der Gyps mit schwarzem weissadrigem Hornstein, schwarzem, sandigem, dünnshiefrigem Sandstein, voll Glimmerschüppchen und fleckigen Trümern kohlinger Substanz neben Bruchstücken gelber luckiger Dolomite. Noch tiefer gegen das Lechthal wechseln grüne und schwarze Schieferthone mit dunkelfarbigen, plattenförmigem Kalke und schwarzen Dolomiten, die an der Brücke in Thannberg St. 11 mit 45 Grad südlich einfallen. Ich war nicht so glücklich deutliche Pflanzenreste aus dieser Schieferzone aufzufinden, welche durch Studer und Escher aus diesem Gebirgstheil bekannt wurden, doch ist die Aehnlichkeit mit den Schichten zwischen Hopfreben und Schröcken nicht zu verkennen.

Nähere Untersuchungen vom Rappenalperthal und Krumbach her constatirten eine grossartige Verwerfung, welche in der Richtung des Rappenalperthales emporhebend gewirkt und unerwartet den Dolomit des Schroffen empor, jenen zwischen Suppenspitze und Aarhorn aber weggeschoben und dafür sogleich ein tiefes Glied in das Gebiet des Lechthales bei Thannberg gebracht hat, nämlich die dem Keuper entsprechenden Pflanzenschiefer und gypsführende Schichten ¹⁾.

Das nachstehende Profil gibt ein übersichtliches Bild von den eben geschilderten Verhältnissen zwischen dem Brengenzerauthal bei Schopernau bis zum Lechthal bei Thannberg.

¹⁾ Ich glaube hier auf eine technisch bemerkenswerthe Beobachtung aufmerksam machen zu müssen, dass nämlich in den Tobeln, welche in gypsführende Schichten einschneiden, jedesmal die Rollgesteine im Rinnal des Tobels von einem eigenthümlich schmutzig gelblichweissen Anflug — von der Farbe des den Gyps stets begleitenden luckigen Dolomites — bedeckt sind. Schon der auftretende Fuss fühlt die Eigenthümlichkeit dieses weichen Überzuges. Dieser leicht in's Auge fallende Anflug von Gyps ist ein guter Führer zum Auffinden neuer Gypsager.

Figur 5.



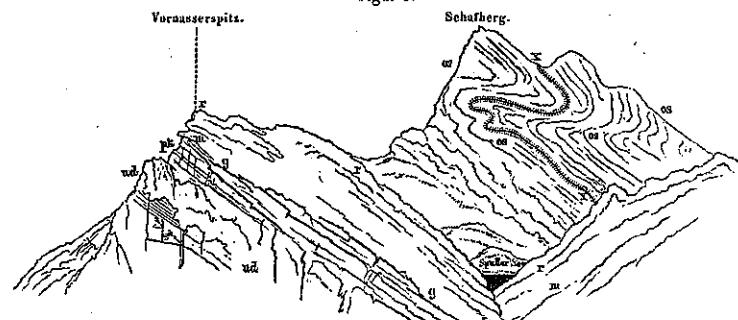
kr Kreideschichten. f Flysch. tr Unterer Algäuschiefer. ud Unterer Dolomit. g Gervillieschichten. m Megaloduskalk.
r Roter Ammonitenkalk. ls Lias-Algäuschiefer. rs Rote Hornsteinschichten.

Verfolgt man durch das Lechthal von Thannberg aufwärts dieses Schiefergebilde mit seinen plattenförmigen schwarzen Kalken und Gyps-Einlagerungen, so kann leicht beobachtet werden, wie sich allmälig die thalabwärts höher am Gehänge zu Tage tretenden Schichten zur Thalsohle herabsenken. Bei Zug stehen in einem Seitentobel die dunklen plattigen Kalke mit narbenförmigen Vertiefungen auf den Schichtflächen (Guttensteinerkalk), wechselnd mit Hornstein, harten grünen und schwarzen Schieferthon (St. 11 mit 38 Grad südöstlicher Fall), an, während man besonders den Trümmern des charakteristischen luckigen, gelbstaubigen Dolomits häufig begegnet. Eine überaus reiche Quelle zwischen Zug und Aepele zeigte bei 4321 Par. Fuss Seehöhe eine Temperatur von +3.42 Grad R. Die leicht zerstörbaren Mergel- und Thon-Schichten der Gypszone senken sich bei der Thonlagers-Alpe bis zur Thalsohle herab, und lassen durch die Milde der begrasten Fläche erkennen, dass sie sowohl im Lechthal, als im Seitenthal gegen die Spullersalpe noch eine Strecke hinaufreichen, ehe sie unter dem vom Gansboden und Tisner-Geschröf heranziehenden Dolomit verschwinden. Letzterer nimmt nunmehr im höchsten Theile des Lechtals seinen Zug quer über das Thal nach dem Goldberg und der untersten Staffel des Schafberges mit nach südostlich gerichtetem Einfallen. Steigt man über die Staffel des Dolomites von der Thonlagers-Alpe nach der untersten Spullersalpe, so erkennt man an den weichen thonigen Schichten, welche die grosse Weidfläche dieser Alpe bilden, dass hier die Gervillieschichten anstehen, denen sofort weiter nach Süden die schwarzen Dachsfeinkalke und Adnether rothen Marmore folgen. In der Nähe des See's bemerkte man eine Änderung der Schichtneigung, und zum zweiten Male begegnet man den nunmehr nordostlich einfallenden Gervillien-Dachstein- und Adnether Schichten, welch' letztere den Damm des See's an seinem Ausflusse bilden.

In dem nördlich sich anschliessenden Gebirgstheil steht man den südlichen Zug des rothen Kalkes vom Seehüpfel herab zum Seeausfluss heranziehen, bedeckt von den Algäuschiefern, welche gegen den Goldberg wieder auf dem Gegenflügel des rothen Marmors aufsitzen. Rechtshin erhebt sich in kolossaler Majestät der Schafberg, bis auf seine Gipfel aus den Algäuschiefern zusammengesetzt,

welche durch die muldenförmige Schichtenbildung ein rothes Hornsteinflöz zweimal erkennen lässt, wie die nachfolgende Skizze zeigt.

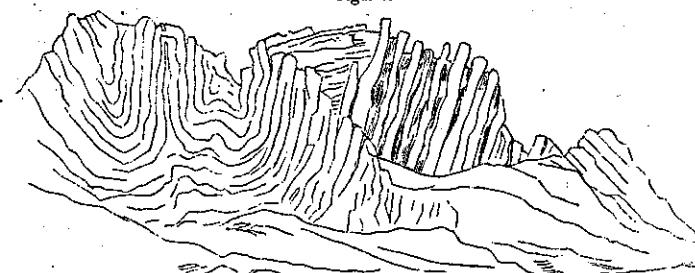
Figur 6.



ud Unterer Dolomit. pk Plättiger schwarzer Kalkstein. g Gervillieschichten. m Megaloduskalk. r Roter Ammonitenkalk von Adneth. os Algäuschiefer. rs Rote Hornsteinschichten.

Die südliche Seite des See's, wo zwischen den Alphütten und dem Ausflusse der versteinerungsreiche Adnether Marmor ansteht, ist durch Studer, Escher von der Linth und Merian zu einer classischen Stelle geworden. Die Versteinerungen sind bereits durch die genannten Forscher genau bekannt geworden; daher deren Aufzählung hier überflüssig wäre. Zu den unbeschreiblichen Reizen, mit welchen hier die überreiche Steinnatur den Forscher gefesselt hält, gesellt sich eine Grossartigkeit und Lieblichkeit der Landschaft, dass jeder denkende und fühlende Mensch ergriffen werden muss. Wer nähere nicht ungern von den unübertrefflichen Reizen des Spullersee's Abschied?! Unten in der Tiefe blickt das Klosterthal heraus, und winkt gastfreudlich, hinabzusteigen. Wir folgen. Gleich unterhalb des See's ziehen sich quer die blaugrauen Megaloduskalke bei dem steilen Gehänge weit über dieselbe herabgerollt, und die Gervillieschicht fast ganz überdeckend; noch tiefer folgt der schwach entwickelte Dolomit.

Figur 7.



Wand aus schwarzem plättigem Kalksteine (Guttensteiner?) bestehend im Wellitobel.

Weiter abwärts gegen Klösterle zeigen sich an den Gängen des Wellitobels zuerst leicht zerstörbare Schieferschichten mit gelbem und röthlichem, glimmer-

armem, oft hornsteinartigem Sandstein verbunden, dann grossartige Felspartien des schwarzen, dünnplattigen Kalksteines (Guttensteiner) und des ihm begleitenden Schiefers in stark verbogener Schichtenwindung. Bei steiler Schichtenstellung, sobald dann der leichter zerstörbare Schieferthon zwischen den dünnsschichtigen Kalkbänken herausfällt, nimmt der schwarze Kalk eine eigenthümliche Felsform an, welche, von der Querseite gesehen, wie eine kolossale Säulenbildung, von der Schichtseite als grossartige Platte erscheint, wie es die Skizze (Fig. 7) veranschaulichen soll.

Jenseits des Klosterthales erhebt sich als nächster Nachbar des Kalkgebirges das krystallinische Schiefergebirge als Glimmerschiefer.

Mit diesem Punkte schliesst unser erstes Profil. Ich füge nun die Beobachtungen hier an, welche ich in den westlich von unserem Profile gelegenen Gebirgsteile bis zur Rheinebene gemacht habe.

Flyschgesteine und flyschähnliche Gesteine.

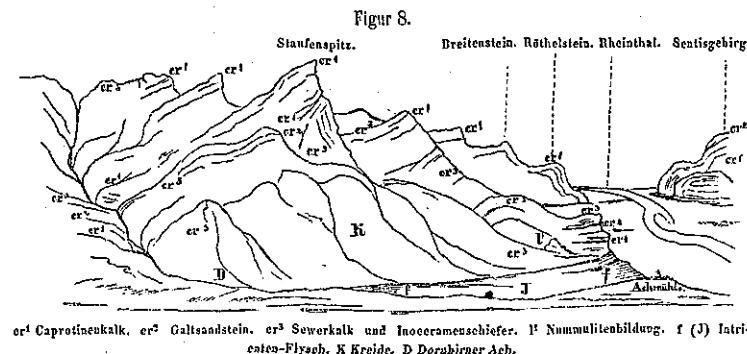
Es erstrecken sich durch Vorarlberg zwei durch Kreidegebilde getrennte Flyschzüge, welche von ihrem Vereinigungspunct im Illertale westwärts bis zum Rhein fortsetzen.

Der nördliche Zug dehnt sich vom Balgen, dessen aus den Conglomeraten des Flysch herausgewitterte Urgebirgsfelsblöcke grosse Berühmtheit erlangt haben, über den Feuerstädterberg in grosser Breite bis zum Thal von Sibratsgföll aus, und nimmt von da westwärts rasch so an Breite ab, dass man bei Andelsbuch und Schwarzenberg Mühe hat, dessen Dasein zu constatiren, zumal da hier bis gegen Egg mächtige Schuttmassen die Gegend überdecken und bereits von Egg Molasse mit steil aufgerichtetem, in St. 5 streichendem Sandstein und Nagelfluhschichten ansteht.

Der Tobel, welcher zunächst nördlich von Schwarzenberg an der Sägemühle in die Bregenzerach fällt, bringt wieder zahlreichere Bruchstücke des Flysch von dem Hochälpele, dessen Höhe daraus besteht.

Wenn man von Mellau den Fusssteig geht, der über Schren nach Dornbirn führt, so trifft man nahe östlich von dem Punkte, wo der Steig aus dem Walde in die Grasfläche von Kehlegg hinausführt, wieder Flysch, welcher in den seichten Wasserrinnen unter den benachbarten Kreideschichten hervorzutreten scheint. Seine Schichten fallen hier in St. 11 mit 55° nach SO. Hier schien der geeignete Punct über die Lagerungsbeziehungen zwischen beiden Gebilden ins Reine zu kommen, da auch die Nummulitenbildung in der Nähe entwickelt ist. Steigt man bei Beckenman und Kehlegg von den aus Kreidegliedern gebildeten Höhen in's Thal der Dornbirnach hinab, so findet man stets unter den letzteren am Fusse der beiderseitigen Gehänge entschiedenes Flyschgestein, constant in St. 5, SO. einfallend (bei Beckenman an der Achmühle, an der Sägemühle oberhalb Mühlbach), während die Kreideschichten mit ihrem obersten Inoceramenschiefer, theils auch mit tiefer liegendem Caprotinenkalk ungleichförmig über dem Flysch abstossen.

Die Ueberlagerung der Kreide auf Flysch ist hier unzweideutig. Die nachfolgende Skizze soll dieses Verhältniss versinnlichen.



Von Mühlbach aufwärts gegen Feldkirch begränzen Kreidebildungen mit steilem Abfall die westlich sich anschliessende Rheinebene.

Wenden wir uns nun zum zweiten Flyschzug, welcher von Sterzla zwischen Schopernau und Hopfreben in das Profil eintritt, so bemerken wir die Gränzen zwischen Flysch und Kreide in der Einsattelung zwischen Canisfluh und Mittags- spitz, zieht zum Sünsersee über den Gererfälben nach Hinterbad im Latternserthal und dann über den Hohenblanken ins Illthal.

Im tiefen Tobel des Ugnerbachs steht sehr charakterischer Flysch in Stunde 11 südöstlich einfallend an und wurde von Damils über das Türtschhorn, Fontanella bis ins grosse Walserthal bei Sontag constant südlich einfallend beobachtet. Die wahrhaft prachtvoll wellige Schichtenfläche, welche am Steg bei Damils entblösst ist, erwähnt bereits Schmidt in seinem „Vorarlberg etc.“ geognostisch beschrieben“ p. 57. Die Schichten fallen mit 35 Grad in Stunde 11 südöstlich.

Von Hinterbad zieht sich die nördliche Gränze der Flyschbildung am südlichen Gehänge des Latternserthales oberhalb Christberg auf das Gehänge des Illthales, während in der Tiefe des Latternserthales in der Nähe des Ortes noch die tiefsten Kreideschichten des Neocomien und höher gegen Uebersachsen der Caprotinenkalk flach nach Osten geneigt anstehen; sie werden gegen Satteins von hellgrauen fleckigen Inoceramenschiefern überlagert.

Steigt man von dieser, aus Kreideschichten gebildeten Höhe gegen Satteins herab, so tauchen noch, ehe man den Wald verlässt, die Flyschgebilde empor, auch hier Stunde 11 mit 65 Grad südöstlich einfallend und liegen daher den Kreideschichten abweichend auf.

Der Flysch wird nun ohne Unterbrechung von Satteins, Röns, Schnifis, Bludesch, Thüringen und Ludesch angetroffen, constant südlich einfallend, hier mit dem Flysch des grossen Walserthales zusammenhängend. Bemerkenswerth sind die zahlreichen Urgebirgsblöcke, welche bis zu bedeutender Höhe die nördlichen Gehänge des Illthales bedecken. Es sind meist fein körnige Gneisse, Augengneisse,

Syenite und besonders häufig Pistazit führendes Hornblendegestein, welche auf einen ähnlichen Ursprung wie am Balgen hindeuten.

An der Brücke von Ludesch stehen die Flyschgesteine als dunkelschwarze Mergel und weichere schwarze Schieferthone in Stunde 11 mit 65 Grad südöstlich einfallend an; ihnen folgen gegen Ragall zunächst Schiefer, Mergel und Sandsteine, immer noch mit unzweideutigem *Chondrites intricatus* und *Helminthoida*, während gegen die Höhe des Hohenfrassen sich in losen Trümmern rothe Hornsteine, röthliche, den Ammergauer Wetzsteinschichten ähnliche Gesteine ihnen beimengen. Die ausgedehnte Vegetationsdecke verhinderte nämlich zu bestimmen, ob diese Gesteine für den Flysch eigenthümlich sind, oder ob sie, wie es das Vorkommen von rothem Marmor bei Maroul wahrscheinlich macht, dem Algäuschiefer entstammen.

Im Dorf Ragall stehen auch wirklich bei der Kirche dunkelfarbige schiefrige Gesteine an, welche diesem Schichteneomplex anzugehören scheinen. Weiter gegen Maroul ist wieder jede Beobachtung verhüllt und erst der Kirche von Maroul südlich gegenüber zieht sich ein rother Streifen am Gehänge hin, welche nach Fragmenten, bei der Kirche liegend, entschieden dem rothen Adnether Kalke zugehört.

Verfolgt man den Rand des Illthales gegen Bludenz, so trifft man ohne auffallende Markirung im Terrain neben den entschiedenen Flyschgesteinen Schiefer ganz ähnlicher Art, jedoch ohne Fucoiden-Einschlüsse. Hier scheint jedoch kein Grund vorhanden zu sein, beiderlei Gesteinsarten für wesentlich verschiedene zu halten, und doch hat uns Escher v. d. Linth und Studer mit vegetabilischen Resten aus letzteren bekannt gemacht, welche ihre Keupernatur außer Zweifel setzt und sie als identisch stämpelt mit der Schieferzone, welche, mit Gyps verbunden, zwischen Verrucano und Dolomit mitten inne liegt. Es ist demnach ihre gleichförmige Zusammenlagerung mit Flysch im Illthale nur als eine zufällige Erscheinung anzusehen. So ähnlich übrigens diese Schiefer dem Flysche sind, so möchte der Mangel an Chondriten, Helminthoiden, das Zerfallen in grisselartige Stückchen und die Vergesellschaftung mit schwarzen, dünnplattigen, auf den Schichtflächen narbig vertieften, mit fettig glänzendem Thonüberzug versehenen Kalksteinen auch da für ihre richtige Erkenntnung zureichend sein, wo die entschiedenen Keuperpflanzen ihren Sandsteinen und die häufig in ihnen vorkommende *Halobia Lommeli Wissm.* fehlen.

Am Thalgehänge zwischen Ludesch und Nüziders stehen solche Schiefer Stunde 11 mit 50 Grad südostlich einfallend an, und schliessen schwarze, kieselige, weissadlige Kalkbänke (hangender Stein), nebst schwarzen, sehr festen, zuweilen ins Grünliche übergehenden Schieferthon, schwarze dünnbankige, z. Th. weissadlige Kalke, wenig mächtige Dolomitbänke ein; in ihrer Nähe bemerkte man auch jene grosslückigen Dolomite, wie sie bei Ofers, im Galgentobel, im Grupsertobel bei Rungelin, Bratz und Ganteck vorkommen.

Diese Schichten fallen bis zum Klosterthale constant mit 50—60 Grad Stunde 11—1 südlich, während sie im Klosterthale, abgesehen von einer

sich auskeilenden Mulde, am Nordrand in gleichen Stunden nördlich einschliessen.

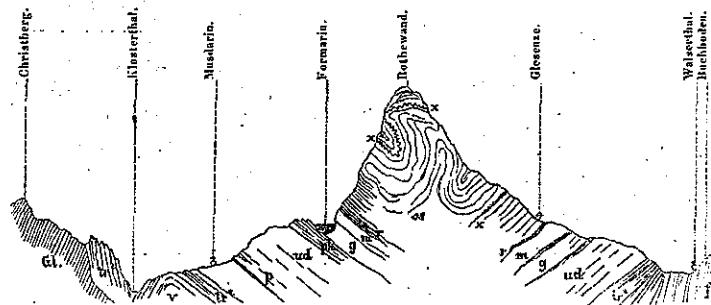
Die Identität der Gesteine, welche zwischen Ludesch und Bludenz auftreten, mit dem Kalk, Schiefer, Dolomit und Gyps-Gesteinen, welche sich durch das Klosterthal bis zum Arlberge fortziehen, ist unzweifelbar. Ihnen liegt die grosse Masse des Dolomits der vorarlbergischen Alpen unmittelbar auf.

Aehnliche Gebirgsverhältnisse wiederholen sich in den dem Illthale sich anschliessenden Gebirgstheilen. Hier findet sich an den Ausmündungen des Samina-, Gallina- und Gamperthonthales der flyschähnliche Schiefer, welchem weiter südlich und östlich in den höheren Thalgegenden und am Eingange des Alvierthales die durch mehrere schwache Dolomit-Zwischenlagen hier ausgezeichneten dunklen Schiefer und Plattenkalke unmittelbar und gleichförmig auflagernd folgen.

Durch Studer und Escher kennen wir aus dieser Gesteinszone das Vorkommen von Pflanzenresten neben der *Halobia Lommeli Wissm.* am Triesner Kulm, im Saminathale, Gamperthon- und Galgentobel in engster Verbindung mit dem Verrucano des Urgebirgsrandes.

Von gleicher Beschaffenheit haben wir Schichten bereits im oberen Lechtalhale kennen gelernt, wo sie, durch eine grosse Hebungsspalte in die Höhe gerückt, von dem Einschnitte des Lechs tief durchschnitten, aber ohne Verbindung mit Verrucano vorkommen. Es sind dieselben Gesteine, wie sie zwischen Hopfreben und der ersten Sägemühle unter Schröcken vorkommen. Sehr deutlich zeigt das Profil von Dalaas über den Formarin-See ins Walserthal bei Buchboden die Aufeinanderfolge der Gebirgsschichten.

Figur 9.



gl. Glimmerschiefer. v. Verrucano. u. Unterer Alpenschiefer. Gyp. und Dolomit. p. Schwarze Plattenkalke und Schiefer. u. Unterer Dolomit. p. Plastiger dunkler Kalk. g. Gervillenschichten. m. Megaloduskalk. r. Roter Ammonitenkalk. o. Algäuschiefer. x. Rothe Schichten in demselben. f. Flyschgesteine.

Das Thal von Dalaas selbst bietet abnorme Verhältnisse. Man gewahrt südlich von dem Thaleinschnitte an dem sogenannten Riffelobel Gyps mit luckigem Dolomit, welcher hier unmittelbar an den Glimmerschiefer des Christberges sich

anschliesst. Im Hangenden folgen auf den Gyps Dolomite, dunkle thonige Schiefer und schwarze dünnbankige Kalksteine, welche sehr steil nördlich einfallen, während letztere in dem Steinbrüche bei Ganteck auf der nördlichen Thalseite in Stunde 3 mit 60 Grad südwestlich einschliessen. In Dalaas selbst steht am Kreuzwirthshause Dolomit in Stunde 11 mit 85 Grad südöstlich fallend an, während auf der Gegenseite des Thales oben am Gehänge in 60—80 Fuss mächtigen Massen der Gyps vorkommt in Stunde 3 mit 55 Grad nordöstlich einfallend, und hier sehr deutlich von zwischenliegenden dunkelschwarzen, zertrümmerten, weissadrigen Hornsteinen und darauf liegenden gelben, luckigen Dolomiten begleitet.

Dieser Gyps und der Dolomit bei Dalaas liegen, wie ihr abweichendes Streichen und Fallen zeigt, in sehr gestörter Lagerung. Verfolgt man nun das Profil von Ganteck aufwärts gegen Formarin, so führt der Steig zunächst des Thales über die erwähnten südwestlich einfallenden schwarzen Plattenkalke, über weiche thonige Schiefer zu zahlreichen Fragmenten von Verrucano, welcher hier anstehend vermutet werden muss. Hinter den obersten Häusern von Ganteck stehen dieselben schwarzen Plattenkalke wie in der Thalsohle, aber nördlich einfallend, begleitet von schwarzem Schiefer und dunkelfarbigen Dolomit. Diese festeren Schichten bilden die erste Staffel, über welche man zur Weidfläche der Musdarin-Alpe emporsteigt. Sie verdankt dem den Gyps begleitenden weicheren Thon, wie sie beide im Tobel anstehen, begleitet von luckigem Dolomit, ihre Verebung, hinter welcher man abermals über einen Complex schwarzer, plattiger Kalksteine, schwarzer und grüner Schieferthon, grauer, sandiger und hornsteinartiger Gesteine und Dolomites zur zweiten Alphütte (raue Staffel), und endlich über dünn geschichteten, hellgrauen mächtigen Dolomit zu einer dritten Alphütte gelangt. Letztere liegt in dem Karrenfelde eines schwärzlichen, ebenfalls dünn geschichteten, z. Th. oolithischen Kalksteines, welcher quer überstreichend den Damm des Formarin-See's bildet. Der See selbst ist, wie sehr viele Alpenseen, in die weichen oberen Schichten der Gervillienbildung eingeschnitten, welche sich rechts und links zur Seefläche herabsenkt, bedeckt von dunklem Dachsteinkalke, dem unmittelbar die rothen Adnether Kalke am Fusse der Rothenwand aufliegen.

Über dem Adnether Kalke thürmen sich dieselben fleckigen Mergel, grauen Schiefer, Hornsteine und Kalkbänke mit ihren *Ammonites radians*, *Inoceramus Falgeri*, wie oberhalb Schrücken. Die hohe Entblösung der Rothenwand enthüllt ihre Lagerung im prachtvollsten Profile, aus welchem hoch oben das grell gefärbte rothe Hornsteinflöz sich besonders bemerkbar macht. Die sämtlichen Schichten von der Musdarin bis zur Rothenwand fallen nördlich ein.

Vom Formarin-See zur Formarin-Alpe führt uns der Weg zum Quellpunkte des Lechs auf Gervillienschichten, und im Lechtale abwärts über Dolomit zum Gypse des Thonlagers, den wir schon geschildert haben. Wendet man sich aber nördlich über das Gschrepp, so lässt man den Dolomit rechts und gelangt über die auf der Gervillienschicht eingeschnittene Mulde hinter der Rothenwand zur Alpe Glensenze, unter welcher unmittelbar der rothe Marmor wieder hervortaut und am östlichen Gehänge des Huttlerbaches weiter fortstreicht. Tiefer im Thale

gegen Sonntag abwärts steht Dolomit und unter diesem wechseln schwarze plattige Kalksteine, Schiefer und Dolomit bis Buchboden. Zahlreiche Fragmente hellrother Kalksteine, oft blendend weiss, liegen hier bei Buchboden zerstreut; sie gleichen auffallend dem rothen Monotiskalk des Salzgebirges, konnten jedoch anstehend nicht beobachtet werden.

Gegen Fontanella heben sich die Flyschgesteine aus dem übergrasten Boden hervor, und reichen bis über Damls hinaus.

Kreide und Jura.

In dem Hauptprofile sind die Glieder der Kreidegebilde in ihrer Vollständigkeit bereits genannt worden. Es erübrigt jetzt nur noch, über deren Verbreitung einige Beobachtungen hinzuzufügen.

Schlägt man vom Sommerdorf Schönebach anstatt des Weges nach dem tiefen Ifertobel, den nach Au ein, so kommt man durch den Hüllbachtobel über meist südlich einfallende Schiefer des Neocomien, welche in mannigfachen Biegungen und Wendungen das ganze Gehänge bis zum Hirschbergjoch einnehmen. Auf der Höhe des Jochs stehen thonige, leicht verwitternde schwarze Schiefer an, welche unmittelbar unter einem dunkelfarbigen, rauchgrauen Kalkstein hervortreten. Dieser Kalkstein, welcher den in den oberen Schichten des Neocomien vorkommenden Kalkbänken nach der Beschaffenheit gleicht, wächst zu einer namhaften Mächtigkeit heran, breitet sich über die Mittagfluhe aus, erreicht bei Au die Thahöhle und setzt jenseits gegen die Canisfluhe fort. In einiger Entfernung oberhalb Remen liegt der Caprotinenkalk nur durch eine gering mächtige Schieferzone von ihm getrennt, anscheinend gleichförmig auf diesem Kalk. Studer hat ihn bereits (Geologie d. Schweiz, B. II, p. 58) als jurassisch erklärt, neuerdings aber gelang es dem Scharfblick von Escher, Merian und Suess, in demselben Kalkstein bei Au sehr bezeichnende Petrefacten des oberen braunen Jura's, als *Amm. Zignodianus d'Orb.*, *Amm. Lamberti Sow.*, *Amm. convolutus Schl.*, *Amm. biplex Sow.*, *Belemnites semi hastatus*, *Terebratula globata* u. s. w. aufzufinden.

Längs des Thalrandes von Schnepfau über Hirschau bis Mellau steht der Caprotinenkalk meist mit einer Decke grünen Galtsandsteines sich in mancherlei Krümmungen auf- und abwärts windend an. In unermüdlichen Windungen bildet das durch seine hervorstechende weisse Färbung und grossartigen mauerförmigen Felswände von Ferne kennbare Caprotinenkalkflöz zwischen Mellau und Schwarzenberg an den westlichen Thalgehängen Terrassen, oft zu 2 und 3 übereinander gethürmt, und selbst zu öfteren Malen quer durchs Thal, die prachtvolle Lage bei Bersbach bildend. In 5—6 parallelen, langgestreckten, gewölbartigen Berg Rücken zieht dasselbe zwischen Andelsbuch und Bezau von der Ostseite des Achthals gegen den Winterstauden und Hirschberg. Selten kann man Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse der das Caprotinenflöz begleitenden Schichten erhalten. Man erkennt zwar an vielen Stellen den darunter liegenden Neocomien an seinem dunkelfarbigen sandigen Schiefer, zum Theil erfüllt von Glauconitkörnchen, an seinen schwarzen plattigen Kalksteinen und schwarzem Mergelschiefer;

stellenweise ragt das meist aus intensiv grünen sehr harten Sandsteinen bestehende Galtsandsteinlager über den Callswand höher empor. Weniger leicht erkennbar ist der Sewerkalk und seine Inoceramenschiefer, welcher eine dem liegenden Caprotinenkalk ähneliche Beschaffenheit besitzt. An der Enge bei Bersbach steht er deutlich als Decke über dem Galtsandstein an. Besonders lehrreich ist der Gebirgsrücken längs der Strasse zwischen Andelsbuch und Bezau. Von Andelsbuch ansteigend liegen zu unterst schwarzgraue splittrig brechende Schiefer, Stunde 1 mit 45 Grad südlich einfallend, darauf dunkelschwarze, versteinerungsarme Kalksteine, dann dergleichen körnig-oolithische Bänke, und noch höher eine Reihe von theils rein kalkigen, theils sandigen, dünnshiefrigen, grauen und gelblichen, bankweise mit Glauconit erfüllten Gesteinen mit Versteinerungen in Unzahl. Ein schlimmer Zufall beraubte mich des grössten Theils der gesammelten Versteinerungen und ich rettete nur *Boltenites subfusiformis Rasp.*, *Terebratula depressa*, *T. praelonga* und *Scyphia glomerata* (?).

Auf diesen Schichten folgt der weisse Caprotinenkalk auf der Höhe, dem erst in der Thalsohle von Bezau der grüne Galtsandstein folgt. Der Reichthum von Versteinerungen, welche wir im Neocomien gefunden, zeichnet hier auch das Urgonien und den Galtsandstein in ähnlicher Weise aus; neben zahlreichen *Caprotina ammonia d' Orb.*, *C. gryphoides d' Orb.*, einen *Hippurites* (sp.?), *Toxaster oblongus Ag.*, im Galt *Ammonites mamillatus Schl.*, *A. Beudanti Brong.*, *Baculites baculoides d' Orb.*, *Natica gaultina d' Orb.*, so dass sich diese Gegend allen Geognosten zum Besuche empfehlungswert macht. Zwischen Bezau und Reuti hebt sich das Caprotinenkalkflöz wieder hervor, begleitet von aufliegendem grünen Galtsandstein, beide ziehen dann als Rücken gegen Bizau, in dessen Nähe sie durchs Thal setzen. Der Berggrücken zwischen Bizau und Schnepfau (Schneckuck) besteht aus dunklem Neocomien in Stunde 11 bis zum Scheitel südlich, von da an abwärts gegen Schnepfau nördlich fallend.

Grossartig entwickelt findet man den Neocomien in dem Tobel am Steig von Mellau nach Dornbirn; seine Schichten fallen in Stunden 3 mit 50 Grad südwestlich ein und werden in höheren Lagen von aschgrauen Mergeln gebildet, in denen eine mit dem Galtgrünsand zum Verwechseln ähnliche Grünsandsteinschicht auftritt. Höher bis zum Joch des Guntenhangberges beobachtet man öfters gesleckte und gesäumte graue Schiefer, welchen die steile Wand der Mörzelspitze aufgesetzt ist. Sie zeigen in grossartiger Entblössung die obersten Lagen des Neocomien, und zu höchst oben auf der Schneide des Rückens Caprotinenkalk, an einzelnen Stellen bedeckt von grünem und gelblichem Galtsandstein. Eine ziemlich ebene, zum Theil sumpfige Fläche lehnt sich nördlich an diesen Gebirgskamm gegen das Hochälpele, nur hie und da von einer mauerförmig aufragenden Caprotinenkalkwand unterbrochen. Wo der Steig nach Dornbirn sich nach einer starken Wendung entschieden abwärts zu neigen beginnt, setzt ein solches Kalkflöz, begleitet von Galtsandstein, mit südwestlichem Einfallen quer über und lässt den weiter westwärts folgenden Schiefer und Mergel entschieden als die obersten Kreideschichten der Gegend erkennen; in dem durch wahrhaft grausige Tobeln öfters

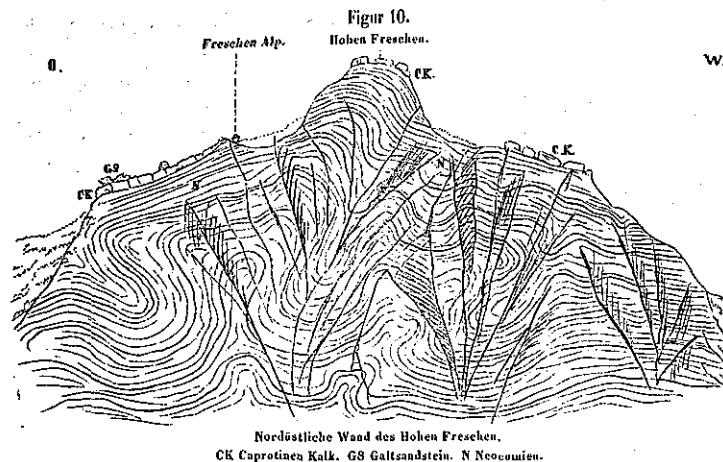
blossgelegten Schiefer stand ich hier *Inoceramus Crispii* und *Ananchytes ovata*. Hier begegnet man öfters geslecktem und gesäumtem Schiefer, welche manchen Flyschgesteinen nicht unähnlich sehen; die Flecken röhren auch von Fucoiden her, welche aber weniger deutlich als im Flysch erhalten sind; die eingeschlossenen Inoceramen bewahren leicht vor Verwechslung. Recht anschaulich wird selbst der Gesteinsunterschied, wenn man auf demselben Steig weiter gegen Dornbirn zu den Flysch neben dem Inoceramenschiefer hervortreten sieht. Die Verhältnisse ihrer Zusammenlagerung an dieser Stelle sind schon früher beschrieben worden.

Zum zweiten Male werden wir in den Gesteinen, welche die Nummulitenbildung begleiten, einer Reihe flyschähnlichen Gesteinen begegnen.

Am Ostrand des Rheinthal zwischen Dornbirn und Hohenems bildet der Caprotinenkalk eine fortlaufende Wand, welche nahe nördlich von Hohenems in einem Steinbruch die umgestürzte Lagerung erkennen lässt, so dass der Caprotinenkalk zu oberst, darunter ein überaus harter, intensiv grüner, rothadriger — manchen Melaphyren durchaus nicht unähnlicher Galtsandstein, und unter diesem schiefriß - flaseriger Inoceramenkalk liegt.

Bis Feldkirch bieten sich keine wesentlich neuen Verhältnisse, der stete Wechsel in den Kreidegebilden begleitet uns fortwährend. Hinter Weiler aufwärts gegen den St. Victorsberg fallen die einfarbigen und fleckigen Inoceramenschiefer Stunde 3 mit 50 Grad südwestlich, höher gegen den St. Victorsberg unterteufen ihn Inoceramenkalke, Grünsand und Caprotinenkalk, so dass die Kirche bereits schon auf Neocomienschichten steht. Dieser Neocomien streicht mit verändertem südöstlichen Fallen über den langen Rücken, der vom Victorsberg gegen Jägerswald zieht, bis am Bergkopf, wo der Steig nach Jägerswald und Latora sich theilt, Caprotinenkalk sich ihm auflagert. In den tiefen Thalbuchen der Alpen Latora und Binnel, des Hasler- und Mellenbaches, also auf der West-, Nord- und Ostseite des Hohenfreschen stehen in grossartigster Entblössung die Schichten des Neocomien zu Tage. Der Unkunde eines Führers verdankte ich das besondere Vergnügen, von der Alpe Latora durch all' die tiefen Tobel über das Binnel und auf der Ostseite des Mellauhales bis zur Hohenfreschen Alphütte hindurch geführt worden zu sein. Die untersten Lagen nahmen körnig-kieselreiche, zum Theile weissadlige, dickbankige Kalksteine ohne thönige Zwischenlagen ein; ich halte sie für Vertreter des Auerkalkes, auf ihnen thürmen sich sofort die entschiedenen Neocomiengebilde in einem unendlichen Wechsel kalkiger und thöniger, düngeschichteter Gesteine, welche sich durch eingesprengte Glauconitkörper von dem untenliegenden Kalksteinen petrographisch zu unterscheiden scheinen. Wohl bemerkte ich zahlreiche Versteinerungen, doch die Zeit erlaubte nicht, bei ihnen zu verweilen. In unvergleichlicher Schönheit zeigt die nordöstliche Wand des Hohenfreschen die wellig gewundene Schichtung des Neocomien, wie die nachfolgende Skizze (Fig. 10) zeigen soll.

Die höchste Spitze des Berges, wie der davon auslaufende Rücken gegen Binnel und Freschen-Alphütte ist mit Caprotinenkalk gekrönt, oft auch noch mit einzelnen abgewitterten Partien von Galtsandstein. An der Hohenfreschen-Alphütte breitet sich abwärts gegen Saluber deckenartig der Caprotinenkalk aus



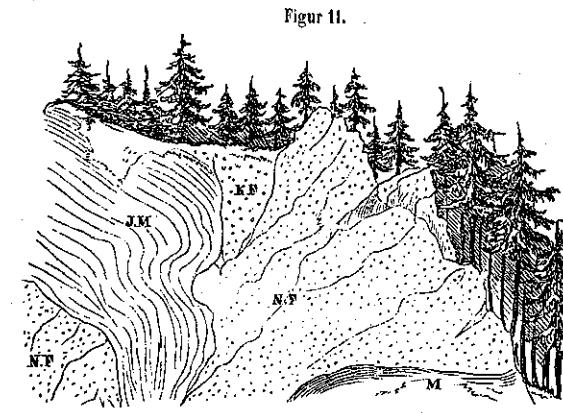
In ein wüstes Karrenfeld zerrissen und zernagt. Einzelne Trümmer von Quarzsandstein bekunden die ursprüngliche Ueberlagerung durch Galtstein. Tiefer abwärts gegen Saluber taucht wieder Neocomien hervor. Ihm gehören wohl auch die hellgrauen und grünlichen Fleckenmergel an, welche am Steig gegen Lattersn bis zur Höhe des Schrofen anstehen, und sogar rothgefärbte Schichten einschliessen. Der Kamm der Schrofen bringt Hornstein, weissfleckige Sandsteine und dunkelfarbige Kalke, ähnlich denen des untersten Neocomien im tiefen Ifertobel. Im Tiefsten des Tobels am Badhaus von Lattersn stehen dichte, feinkörnige, krystallinisch schimmernde dunkle Kieselkalke an, bedeckt gegen Uebersachsen von wechselnden Thon- und Kalkbönen, bis sich nahe vor diesem Dorfe der Caprotinenkalk in einem Karrenfeld ausgewittert zeigt. Sämtliche Schichten fallen hier flach südlich ein, so dass der schon früher erwähnte Flysch bei Satteins den Kreideschichten aufliegt.

Nummulitenbildung.

Das beschränkte Vorkommen von Nummulitengebilden zumal in einer waldigen verdeckten Gegend und an dem steilen Berggehänge des Röthelsteines unfern Dornbirn lässt keine wichtigen Aufschlüsse erwarten.

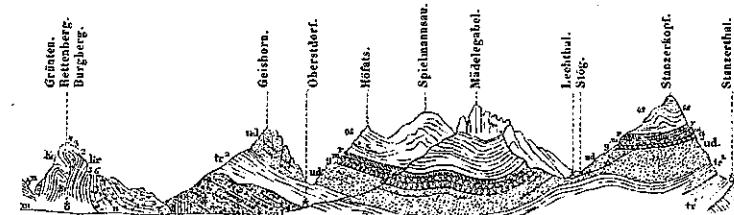
Es bedeckt aschgrauer Schiefer — jene den Inoceramenschichten ähnliche Gesteine — das Gehänge unterhalb des Röthelsteines und derselbe steht auch rings um die Nähe mit flachem südlichen Einfallen an. (Fig. 11.)

Auf diesem oder eigentlich an diesem Schiefer liegt der Nummulitenfels, wie ein herabgebrochenes Trumm; seine Schichten fallen in Stunde 6 mit 70 Grad westlich ein und die grauen Schiefer zeigen in unmittelbarster Nähe ähnliches Einfallen. Diluviale Nagelfluh füllt eine Kluft zwischen dem Nummulitenfels und höheren Theile des Gehänges aus, so dass keine weitere Verbindung mit den Kreideschichten weiter zu beobachten wäre.



Ausser den zahlreichen Nummulitenen (*N. Ramondi* Df., *N. polygyrata* Df., *N. spissa* Df., *N. placentula* Df.) konnte ich keine weiteren Versteinerungen in dem rothen eisenreichen Gesteine auffinden.

Figur 12.
Profil vom Rettenberg bis Petneu im Stanzerthale.



Die Vorberge nördlich vom Grünten bestehen aus flach südlich fallender Molasse, welche südöstlich von Wangeritz durch eine sehr deutliche Verwerfungsspalte auf die Höhe der Grünten-Alpe emporgezogen, in einer mächtigen Sandsteinbank, deren Schichten in Stunde 12 mit 20 Grad nördlich einfallen, bis an den Inoceramus-Kalk heranträgt. Weiter westlich trennt eine grosse, zum Theile mit Torf erfüllte Ebene den Grüntenbergrücken von den Molassevorbergen. Kleine Hügelchen südlich vom Kranzeck bestehen aus aschgrauen Mergeln, den Inoceramusmergeln des Bregenzerwaldes ähnlich, auf welchen sandige grüngefärbte Schichten voll Nummuliten in Stunde 12 nördlich einfallend aufliegen. In einem zweiten Hügel stehen dieselben Gebilde an, kuppenförmig südlich und nördlich einfallend;

und sich unmittelbar an die grauen Schiefer anschliessend, welche den Nordfuss des Grünten bilden, und in der rasch ansteigenden Wand von Inoceramenkalk, Galtsandstein und Caprotinenkalk unterlagert werden.

Mit bewunderungswürdigem Schichtenbau erhebt sich nun der Grünten in dreifacher, nach Westen abfallender Fältelung, die engverbundenen, nicht sehr mächtigen Bänke des Inoceramenkalkes, des Galtsandsteines und des Caprotinenkalkes theils als Decke um die Gehänge umschlagend, theils, wo die Falte zerbrochen ist, als fortlaufende schroffe Wände zu langgezogenen Rücken sich aufthürmend. Daher findet man den Caprotinenkalk unterteufenden Neocomienmergel nur gegen Osten und Süden am Grünten, deutlich durch *Ostrea macroptera* und *Terebratula depressa* als solcher bezeichnet. Ihnen unmittelbar aufgelagert trifft man den dickbankigen Caprotinenkalk auf der Felsspitze des Uebelhorn's und von da an theils rücken-, theils deckenförmig nach allen Seiten hin verlaufend. *Caprotina ammonia* findet sich in grosser Häufigkeit neben einer Menge kleiner Bryozoen, welche dem Gesteine ein oolithisches Aussehen von Ferne verleihen. Auf den Caprotinenkalk folgt gegen die Bellevue längs des Rückens grüner Galtsandstein, hier mit *Ammonites Beudanti* und *Belemnites minimus*. Er schliesst unmittelbar an den flasrigen, dichten weissen Sewerkalk, darauf das neue Lusthäuschen erbaut ist, und zieht unter diesem Kalke, der ihn bedeckt, bis zur Wust fort, wo er an dem Gehänge rechts und links wieder zu Tag tritt. Der aufliegende Inoceramen- (Sewer-) Kalk dagegen breitet sich mantelförmig gegen das neue Wirthshaus aus, hier sehr intensiv roth gefärbt und erfüllt von *Inoceramus Cripsii*. Tiefer gegen die Wust wird diese Kalkbank von einfarbigen und fleckigen aschgrauen Mergelschiefern, die ebenfalls *Inoceramus Cripsii* enthalten, gleichförmig bedeckt.

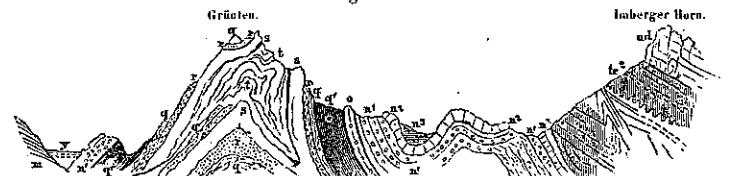
Noch interessanter wegen des unmittelbaren Anschlusses an die Nummulitenbildung ist der Tobel des Wildhorns, dessen höchster Theil über den unterhalb des Uebelhorns anstehenden Neocomien und den erwähnten Gegenflügel von Caprotinenkalk führt; ihre Schichten fallen steil südlich ein. In regelmässiger Folge, ebenfalls südlich einfallend, treten nun auf den Caprotinenkalk, den Gault und rothgefärbten Sewerkalk, aschgraue und schwarze Inoceramenmergel hervor, welche sehr leicht zerstörbare schwarze Thone in grosser Mächtigkeit, dann ein Grünsandsteinflöz mit *Exogyra columba* (genau den Exemplaren des Regensburger Grünsandes gleich) einschliessen. Hierauf liegen wieder graue Thone, wechselnd mit Bänken dunkelblaugrauen Kalkes, weissadrigem sehr harten Kieselkalkes, quarzigen sandsteinartigen Schichten, überhaupt mit Gesteinen, welche dem Flysche täuschend ähnlich sehen. Sie lassen sich durch eine dunklere Färbung, ein mattes erdiges Aussehen und häufige Einmengungen von Glauconitkörnern vom Flysch unterscheiden, nicht minder durch die Form der auch in ihnen vorkommenden Fucoiden, welche denen des Flysches nur entfernt ähnlich sehen. Ihnen sind mehrere zum Theile sandige, zum Theile kalkige grüne und röthliche Zwischenschichten, erfüllt mit Nummuliten, eingelagert, und nahe dem Stollenmundloche bei der Andreasgrube steht der weisse Nummulitenkalk

mächtig an (Stunde 11 mit 65 Grad südöstlich einfallend), streifenweise röthlich gefärbt. Diese Nummulitenkalkbank, welche durch ihre Mächtigkeit, grössere Härte, meist als kahler Fels zu Tage hervorsteht, lässt sich von allen Nummuliten-schichten am leichtesten verfolgen, und gibt in dem Gebiet zwischen Grünten und Ostrach eine ähnliche gewölbeartige Schichtenwindung zu erkennen, wie sie in den Kreideschichten vorzukommen pflegt.

In gleich vollständiger und in derselben Reihenfolge finden sich die Schichten der Kreidebildung bis hinauf zum Nummulitenkalk an dem Gebirgsfuss zwischen dem Wustbachtobel und Starzlach bei Winkel und in dem mühevoll zu begehenden Starzlachtobel selbst aufgeschlossen. Der grüne feste Sandstein mit *Exogyra columba* ist durch einen grossen Steinbruch bei Burgberg entblösst, und tritt hier als ein sehr selbstständiges Gebirgsglied hervor. Es ist besonders hervorzuheben, dass Nummuliten weder unter noch in diesem Exogyren-grünsand vorkommen, vielmehr nur in den hangenden Schichten.

In dem südlich an den Grünten sich anschliessenden Gebirgsteile verbreiten sich die Nummuliten-schichten bis südwärts der Strasse bei Tiefenbach und werden hier von Flyschgesteinen überlagert, welche in Stunde 11 südostlich einfallen.

Figur 13.



y Terti. n^o Molasse. n^o Flyschähnliche Nummuliten-schiefer. n^o Weisser Nummulitenkalk. n^o Grüner Nummuliten-sand und Flyschähnliche Schiefer. o Exogyren-grünsand. q Inoceramen-(Sewer-)Kalk. r Galtsandstein. s Caprotinenkalk. t Neocomien. t^o Calciferousflysch. t^o Schwarze Flyschähnliche Schiefer. u Unterer Dolomit.

Die über dem weissen Nummulitenkalk liegenden Schichten sind im Wesentlichen den ihm unterliegenden gleich, sie ummanteln den Grünten mit nordöstlichem, östlichem und südlichem Einfallen.

Die sie bedeckenden Flyschgebilde und die ihnen ähnlichen Schiefer nehmen südlich der Ostrach die Höhen bis zum Geis-Alphorn ein und reichen in der Thalshole über Oberstdorf bis zum sogenannten Burgstall. In den unteren oder nördlichen Lagen sind es die entschiedensten Flyschgesteine mit *Chondrites intricatus*, *Ch. Targionii* und *Helminthoiden*, wie sie im untern Theil des zur Geis-Alp emporziehenden Tobels mit theilweise hunder — roth, grün und schwarzer — Färbung noch anstehen. Ihre oberen Lagen zeichnen auch hier gewisse, äusserst gleichförmig dichte Kieselkalke von weisslicher und röthlicher Farbe aus, welche den Ammergauer Wetzsteinschichten täuschend ähnlich sehen. Auch sie fallen wie die liegenden Flyschgesteine in Stunde 11 südostlich. Noch höher machen ausgedehnte Weidflächen und Gebirgsschutt die fortgesetzte Beobachtung des unmittelbar aufeinander folgenden Gesteines unthunlich. Sehr weiche, thonige Gesteine oder auch eine Gebirgszerspaltung mag dieser Verhüllung zu Grunde

liegen. Das erste Gestein, welches oberhalb dieser Ueberdeckung an der Geisalpe uns entgegentrifft, ist der vielgenannte Grünstein oder Spilit. An der Geisalp, am Ebnath auf dem Steige von Oberstdorf zu Wildgund-Alpe, lässt sich über die Lagerungsverhältnisse dieses abnormalen Gesteines keine entscheidende Beobachtung machen, dagegen bieten die Gräben bei Hindelang, der Rothplattengräbel und Hölltobel sehr schön entblöste Profile, welche die gangförmige Einlagerung des Grünsteins in dem geschichteten erkennen lassen. Das massive Gestein ist sehr unbeständig in seinem äusseren Aussehen, bald ist es dicht, krystallinisch, einem Melaphyre völlig gleich, bald stark zersetzt, eisenwackenartig, bald besitzt es Mandelstein-Structur. Das melaphyrähnliche Gestein erscheint bald massig, bald sich zum schiefrigen neigend, selbst mit einem Uebergang in chloritischen Schiefer. Eine Analyse mit einem scheinbar unzersetzen frischen Gesteinstücke vorgenommen, ergab als wesentliche Bestandtheile Chlorit, Hornblende, Magnetiteisen und eine Albit ähnliche Feldspathmasse, wornach das Gestein entschieden dem Melaphyr. sich anschliesst; dafür spricht auch das Vorkommen von Zeolithen auf Kluftflächen und in Blasenräumen; der Datolith von der Geisalpe war längst bekannt, mir glückte es im Rothplattengraben bei Hindelang noch Analzim in erbsengrossen Krystallen und Stilbit darin aufzufinden.

Die Schichten, welche wir nächst dem in mächtigen Massen austretenden Dolomite beobachten können, und unter den letzten deutlich einfallen sehen, sind längs des ganzen nördlichen Alpenrandes schiefrige Gesteine, welche in auffallender Weise dem Flysch gleichen, daher wohl die Ansicht entstehen kann, dass der Flysch den Dolomit unmittelbar unterteufe. Näher betrachtet sind jedoch diese Schichten wohl unterschieden, ohne Fucoiden, sie führen im Hölltobel bei Hindelang Gyps. Dünnkantige, schwarze Kalksteine überlagern diese Schichten, und bilden den unmittelbaren Untergrund des graulichweissen Dolomites, der sich in grosser Mächtigkeit bis zu den zackigen Alpenschichten aufthürmt. Bei Hindelang sind dessen untere Schichten von blendend weissem Kalke gebildet, in dem sich jedoch keine Versteinerung auffinden liess. Die obersten Lagen des Dolomites gehen in ein dünnkantiges schwarzes Kalkgestein über, welches an der Seealpe im Oghthal, am Christlassee, bei Krumbach in gleicher Weise durch seine Sprödigkeit sich auszeichnet; es ist meist reich an Terebrateln. Unmittelbar darauf folgen knollige, blaugraue Kalke und Thon, dünnkantige Kalkmergel, welche erfüllt sind von *Gervillia inflata* Schaf., *Avicula Escheri* Mer., *Spirifer Münsteri*. So an der Seealpe, im Hintergrunde des Oghthals, am Seepensee, an der Spielmansau, am Taufersberg.

Der Gervillieaschicht folgt hier überall ein schmaler Zug aufliegender grosskantiger, hellgrauer, weiss punctirter und schwarzer weissaderiger, zum Theil oolithischer Kalksteine mit *Megalodus triquier* und zahlreichen Lithodendren. Oft nur in einer Mächtigkeit von 15—20 Fuss entwickelt, gehen diese Dachsteinkalke ohne auffallende Gesteinscheide in den gleichförmig überlagernden rothen Adnether Kalk über, welcher im Algäu und Vorarlberg nur stellenweise diese

rothe Färbung trägt, in den zwischenliegenden Lagen dagegen eine dem Dachstein ähnliche Färbung besitzt, und sich dadurch minder bemerkbar macht. Eine dem *Fucoides granulatus* verwandte Form findet sich häufig in diesem Adnether Kalk.

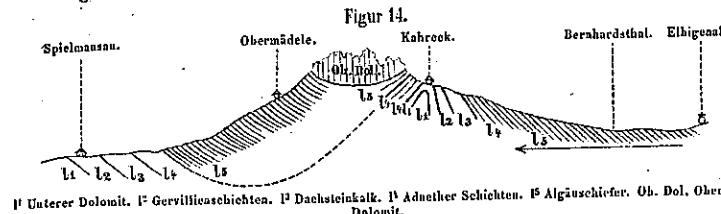
Ebenso unmittelbar und gleichförmig folgen auf den Adnether Kalk dünn-schiefrige, thonige, quarzige Schiefer und Kieselkalke, in welchen *Ammonites raricostatus* und in noch höher liegenden Schichten *A. radians*, *A. Amalteus* (?) und *Belemnites* getroffen werden. Eine von Mangan dunkel gefärbte, sandige Schicht ist ein Lumachella von zerbrochenen unkenntlichen Pentaeriniten und weisslichen Muschelschalen; sie findet sich fast überall und scheint daher sehr bezeichnend zu sein.

Wie an der Rothwand, Misthaufen, Schafberg, Rothhorn, des ersten Profils, so nehmen die oben bezeichneten Schiefer im Algäu eine erstaunliche Verbreitung und Mächtigkeit an, und ragen bis zu den höchsten Gebirgsgipfeln empor.— Wir nannten sie daher Algäuschiefer (Escher's lichte Mergelkalke, Fleckenmergel, und flyschähnliche Fucoidenschiefer Vorarlbergs).

So mächtig übrigens das System dieser Schiefer, so einförmig ist dasselbe gleichwohl, und ich konnte weder nach Gesteinsbeschaffenheit noch nach Versteinerung eine weitere natürliche Gliederung innerhalb dieses Schiefercomplexes erkennen. Die bereits genannten 2 Fucoiden *Chondrites latus* n. sp., und *Ch. minimus* n. sp., sind auch im Algäu in ihnen eine der häufigsten Erscheinungen.

Die Algäuschiefer setzen theils durch die Gebirgsjoche auf das nördliche Gehäng des Lechthals aus dem Illergebiete hindurch, theils werden sie von aufgelagerten Dolomitmassen gleichförmig bedeckt. Die gleichförmige Auflagerung dieses Dolomites auf den obersten Schichten des Algäuschiefers beobachtet man am Krottendorf, Kwitzer, Mädelegabel, Rappenkopf und besonders schön am Wilden, wo man von dem im Algäuschiefer eingeschnittenen Pass aus sowohl auf der Nord- wie Südseite unmittelbar die Zusammenlagerungsfläche beider Gesteine übersehen kann. Man steigt vom Passe in das Hornbachthal über Algäuschiefer mit nördlichem Einfallen. Nicht im völligen Einklang scheinen die Lagerungsverhältnisse am obersten Ende des Bernhardsthales gegen Mädelegabel hiermit zu stehen. Man steigt zwar, wie beim Hornbacher Pass, auf der Nordabdachung von der Spielmansau aus über Obermädele fortwährend über Algäuschiefer mit südlichem Einfallen zum gleichförmig aufgelagerten Dolomit des Obermädelepasses — nach Elbigenalp und Holzgau — empor, jenseits aber wenn man beim gesprengten Weg (Pass nach Holzgau) zum Pass ins Bernhardsthal hinübersteigt, gelangt man abwärts über den oberen Dolomit zu dem berühmten Punkte an der Kahreckalpe, wo Gervillienschichten, Dachsteinkalk und Adnether Schichten und tiefer gegen Elbigenalp eine reiche Reihe des Algäuschiefers auf demselben Dolomit aufgelagert erscheint, welcher mit der Nordseite auf dem Schiefer lagernd getroffen wurde. Dieser Widerspruch in beiden Profilen, welcher das Vorhandensein eines zweiten oberen Dolomites und Kalksteines in Zweifel setzt, dürfte durch die Beobachtung gelöst werden, dass im obersten Theil

des Bernhardsthales eine doppelte Schichtenfaltung auf einen sehr kleinen Raum zusammengedrückt vorkommt, die leicht übersehen werden kann. Denn über den versteinerungsreichen Gervillienschichten unterhalb der Kahreckalp trifft man höher gegen den Pass noch einmal Schiefer mit *Inoceramus Falgeri*, entschiedene Algäuschiefer, welche nördlich einfallen, so dass die Schichten nach folgender Skizze gelagert erscheinen.



Welchen Pass oder Durchschnitt in nord-südlicher Richtung man auch wählen mag, stets gelangt man vom Algäu aus über Dolomit, Gervillienschichten, Adnether und Dachstein-Kalk zu den Algäuschiefern, über welche man bis zu den Gebirgspässen emporsteigt. Jenseits derselben, nachdem man zwischen dem auf den Algäuschiefer aufliegenden oberen Dolomit hindurch gegangen ist, steigt man eben so über Algäuschiefer, Adnether und Dachstein-Kalk, Gervillienschichten bis zum untern Dolomit nieder. So gelangt man über diesen Schichtencomplex oberhalb Stög zum Dolomit und den ihn begleitenden plattenförmigen Kalkstein, wie er im Orte Stög fast seiger gestellt ansteht. Wendet man sich von Stög auf den Weg nach Kaisers an dem Gehänge aufwärts, so gelangt man über den Dolomit zu einer Reihe von mürben schwarzen Schiefern, rothen quarzigen Sandsteinen (dem Verrucano ähnlich), rothen Hornsteinschichten und schwarzen Kalkbänken, wie sie im Klosterthal den Gyps begleiten. In ihrer östlichen Streichrichtung liegt auch wirklich bei Lend und Griesau Gyps, so dass dadurch die Analogie dieser Gesteinszone mit dem untern Alpenschiefer vervollständigt wird. Weiter aufwärts gegen Kaisers verhindert der Gebirgschutt fast jede geognostische Untersuchung; an Gesteinsfragmenten lässt sich ein breiter Zug von Dolomit, und darüber Dachstein- und Adnether Kalk vermuten. Oberhalb Kaisers stoßen wir auf Algäuschiefer, welcher bis zur Höhe des Kaiserjoches meist mit nördlichen Einfällen anhält und gegen Almejur ziemlich reichhaltige thonige Spattheisensteine in knolligen Lagern umschliesst. Am Rande des Kaiserjochs gegen Petneu breitet sich eine ziemlich ebene grosse Fläche aus, welche aus dem leicht zersetzbaren Thon und Mergel der Gervillienschichten besteht, gegen Nord und Süd bedeckt von Dachstein- und Adnether Kalk, welche in stark gebogenen, nicht sehr mächtigen Bänken am Rande des Jochs den Algäuschiefer unterteufen. Auf der Südseite des Jochs gegen Petneu treten unter den Gervillienschichten zuerst schwarze plattige Kalksteine und dann die mächtigen Massen des untern Dolomites hervor. Gebirgschutt überdeckt tiefer am Gehänge weit und breit die Flächen, so dass die grosse Felspartie eines blendend weißen und röthlich gefärbten Kalksteines ziemlich isolirt

zu den benachbarten Schichtton dasteht; nur schwarze, durch Kalkzwischenlagen flasige Schiefer unterteufen, gleichförmig gelagert, den weissen Kalkstein. Dem äussern Ansehen nach gleicht derselbe dem Hallstätter vollkommen, indessen lässt sich die Identität bei Mangel an Versteinerungen nicht nachweisen. Nicht weit getrennt erscheint der gelbe, grosslückige Dolomit und daneben stehen lilafarbige und schmutzigrothe, weißgefleckte dünn-schiefrige Sandsteine und ein Conglomerat, welches zu Mühlsteinen verarbeitet wird.

In der Tiefe des Stanzerthales endlich stehen rothe kalkige Thonschiefer an, vielleicht noch Gesteine, die dem rothen Sandsteine beigegeben sind, und jenseits (südliche) des Thales erheben sich die sanften Glimmerschiefergehänge, deren Gestein in Stunde 3 südwestlich einfällt.

Damit ist das erste Profil an seine südliche Gränze gelangt und wir fügen nun schliesslich noch einige Beobachtungen bei, welche zwischen diesem Profil und dem Lechthal angestellt wurden.

Flysch und flyschähnliche Gesteine.

Der südliche Zug des Flysch, welcher von Schopernau über den Sterzla-Pass ins Schwarzwasser- und kleine Walserthal ostwärts zieht, lässt sowohl im Genschelthobel bei Mittelberg, wie am Gebirgsrücken bei Rietzen sehr schöne Profile beobachten. Vom Mittelberghthal über den Gebirgsrücken südwärts bis zum Widderstein folgen sich thonige, mergelige, hornsteinartige und sandige Flyschgesteine, erfüllt mit *Chondrites intricatus*, *Ch. Targioni*, *Helminthoides* etc., fast constant in Stunde 1 südwestlich einfallend. Ohne markirte Terraineinbuchtung reihen sich dem Flyschstein mit gleichförmiger Lagerung thoniger und sandiger Schichten, flasige dünnkantige Mergelkalke, lichtröthlich gefärbte, äusserst dichte Kieselkalke (wetzsteinähnlich) und weiter gegen das Hangende reiche schwarze (Gyps?) Thonschiefer an. Dunkelschwarze Kalksteine mit schwarzem Thon wechselnd, oder in knolligen Bänken abgesondert, treten immer selbstständiger hervor — den Plattenkalken des Klosterthales sehr ähnlich — und gehen zusehends in hellen gefärbten Kalkstein und in den Dolomit des Widdersteins über, welche in seiner grossartigen höchst einförmigen Dolomitmasse entschieden gleichförmig dem genannten Schiefercomplexe aufliegt. Auch hier sehen wir ohne deutliche Gränzscheide das Flyschgestein von flyschähnlichem Schiefer überlagert und letztere vom Dolomit bedeckt, als wäre der Flysch das älteste Gebirge.

Im Genschelthobel bildet der vom Widderstein zum Geishorn ziehende Dolomit eine hohe Staffel mit streifenweise rother Färbung, über welche man zur oberen Genschelalpe emporsteigt. Mit dieser erreicht man eine von verwitterten Gervillienschichten erzeugte Terrainverebnung, welche mit Bänken von Dachstein-Kalk begränzt ist. Der Pass nach Krumbach führt uns über dieselbe und den hier hellrauchgrau gefärbten Adnether Kalk zum Algäuschiefer, welcher bis zum Dorfe Krumbach das Gebirge zusammensetzt, als Fortstreichendes des Zuges vom kleinen Rappenkopf nach Schröcken.

Genau dasselbe Profil trifft man, wenn man von Rietzlen über Söllerkopf auf den Gebirgsrücken des Schlapolts, des Fellhorn bis zum Rothgondkopf südwärts geht; auch hier wird es äusserst schwer den echten Flysch von dem gleichförmig ihm angelagerten flyschähnlichen Schiefer zu unterscheiden, und man könnte ganz irre an der Stellung des Flysches werden, wenn nur diese Profile bekannt wären.

Weiter gegen Osten findet sich der Flysch im Tirolergebiete zuerst wieder bei Jungholz, unfern Nesselwang, als Fortsetzung der im Algäu vereinigten Nord- und Süd-Züge. Der Flysch gränzt hier unmittelbar an den Vilser Kalk, welcher in Säffschrofen als weisser und lichtröhlicher Kalkstein und Dolomit ansteht, erfüllt mit *Terebratula pala*, *T. ascia*, *T. subrimosa* etc.

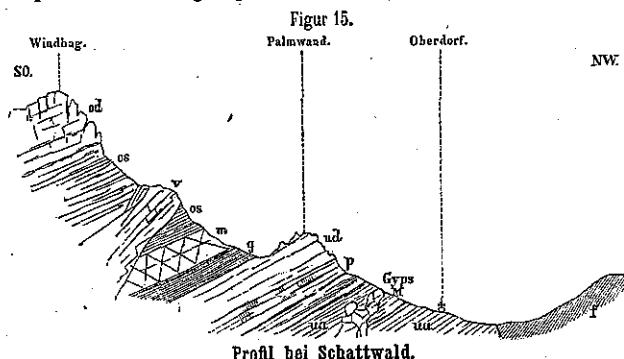
Von diesem Punct an kommt in Tirol weiter nach Osten kein Flysch mehr vor.

Vilser Kalk.

Dieser weisse oder lichtröhliche Kalkstein taucht zuerst bei Hindelang auf und zieht von da in flachen Bogen über den Gebirgsteil von Tirol, der sich zwischen dem Thannheimer-, Vils- und Lech-Thal ausspannt.

Vom Lechthal streicht derselbe Kalkstein über Säuling, Hochplatt, Hennerspitze, Brunnenkopf, Kogel, Laberberg, Ettoler Mandl, Beneditenwand etc. immer weiter östlich fort und steht an vielen Stellen mit Gyps führenden Schichten, mit schwarzen Mergeln und den Algäuschiefern in Verbindung. Über diesen Schichtenverband belehren uns vielfache Profile des Vilstgebirges, von denen einige hier näher besprochen werden sollen.

Das erste stellt einen Gebirgsdurchschnitt bei Schattwald von Oberdorf bis auf die Spitze des Windhagberges vor.



Profil bei Schattwald.

f Flyschgestein. os Flyschähnliche Schiefer mit eingeschlossenem Gypse (Alpenschiefer). m Alpenmetamorph mit Zeolithen. p Plättiger grauer und weißer Kalk. ud Unterer Dolomit. g Gervillenschichten. d Dachsteinkalk und Lithodendron-schichten. a Algäuschiefer mit *Ammonites radicans*. r Rother, dem Verrucano ähnlicher Sandstein in unbestimmten Schichtenverband. f' Weißlicher oberer Dolomit.

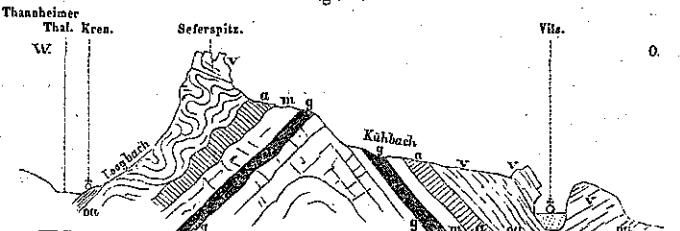
Dieses Profil zeigt den unregelmässigen Schichtenverband des Alpenmetamorphs, dann das höchst eigenthümliche Hervortreten eines dem Verrucano völlig gleichen Gesteins aus Schichten des Algäuschiefers, an dessen Schichten es

schief absetzt und endlich die Auflagerung von Dolomit auf dem Algäuschiefer, ohne Entwicklung des Vilser Kalke, der vom Dolomit ersetzt wird.

Ein Profil um eine Wegstunde weiter ostwärts gezogen, nämlich von Thannheim nach Vils, zeigt, wie hier der obere Dolomit mit weissen Kalksteinen vergesellschaftet in der nämlichen Lage über dem Algäuschiefer sich findet und dadurch die Ansicht bekräftigt, dass der obere Dolomit des Algäu eine selbstständige — jurassische — Bildung sei. Von Kren, dessen Kirche auf der rothen Hornsteinschichte des Algäuschiefers, wie sie längs des Thalrandes über Nesselwang, Pass Gacht, bis Reutte fortstreichen, steht, steigt man in dem tiefen Graben des Loogbaches über weiche, schwarze, weissadlige Schiefer zu einer reichen Reihe rother, grüner flasriger Kieselkalke und Hornsteine wechselnd mit fleckigen Mergeln, grauen flasrigen Schiefern. *Inoceramus Falgeri* und *Ammonites radians* bestätigen die ohnehin schon nach der Gesteinsbeschaffenheit leicht bestimmbarer Gleichheit mit dem Algäuschiefer. Was aber diese Stelle zu den lehrreichsten und wichtigsten macht, das ist das Vorkommen des *Aptychus* der Ammergauer Wetzsteinschichten, in einem den letzteren völlig entsprechenden Gesteine. Auf der Gegenseite des Gebirges hatte man früher schon Versuche gemacht, diese Schichten zur Wetzsteinfabrication zu verwenden. Dadurch wird es klar, dass die rothen Hornsteinschichten im Algäuschiefer die Ammergauer Wetzsteinschiefer repräsentieren, die aber nach Osten zuerst bei Vils die Eigenschaft des letzteren deutlich annehmen.

Über die rothen und grünen Wetzsteinschichten folgen im Loogthal graue mürbe Schiefer, flasrige Kieselkalke und Gypslager, höher hinauf von blendend weissen und dichten Kalksteinen und Dolomiten (Vilser Kalk) gleichförmig überlagert. Der Pass ins Vilsthal schneidet in die obersten Schichten der Algäuschiefer ein, und man gelangt von da abwärts gegen Vils über dieselben Algäuschieferschichten, über welche man von Kren aufwärts gestiegen ist, bis zu einer Terrainverebnung, wo unter denselben die Gervillienschichten hervorstehen. Dann geht es über eine jähre Felssmasse des unten lagernden Dolomites ins Kühbachthal, in welchem auf weite Strecken Gebirgschutt das anstehende Gestein überdeckt. Wo der Weg von der rechten auf die linke Thalsohle

Figur 16.



Durchschnitt vom Thannheimer Thal nach Vils.
ud Unterer Dolomit. g Gervillienschichten. m Dachsteinkalk. a Adnetner Kalk. a Algäuschiefer. v Vilser Kalk.

hinüberzieht, steht wieder intensiv gefärbter rother Kalkstein an, der mit dem des Röthelsteins in Verbindung steht. Die zahlreichen Terebrateln (*T. ascia*, *T. pala*) aus dieser Lage sind bekannt; gegen das Vilsthältnicht sieht man auf's Neue dieselben Schiefer den Kalk umlagern, wie oben am Passe.

Der Durchschnitt vom Zinken durch den Urfallbach zur Pfronter-Alp und ins Achthal bis Kren gibt dieselbe Reihenfolge der Gesteine zu erkennen.

Während längs des Thannheimer Thales auf der nordöstlichen Seite der weisse und lichtrothe Kalkstein und Dolomit die Höhe des Einstains, der Sefer spitze, des Schaffschrofens, des Metzenarsch und der Gachtspitze einnehmen, ziehen am Rande des Thales meist in grossen Wänden aufgeschlossen die durch ihre hunte Farbe roth und grüngefärbten Schiefer und Hornsteine, zum Theil den Wetzsteinschichten entsprechend, unter den Kalkgipfeln hin. Am Eingang in den Warbsbach unsfern Nesslswang biegen sich die dunkelfarbigen Schichten unter der hundsfärbten Zone hervortretend mit Stunde 9 südöstlich einfallend um den Metzenarsch und richten sich über den Hannekamm nach Wengle ins Lechthal streichend in die nordöstliche Fallrichtung ein, während sie unter der Gachtspitze ihr Einfallen von Stunde 2 südwestlich bis 7 östlich verändern.

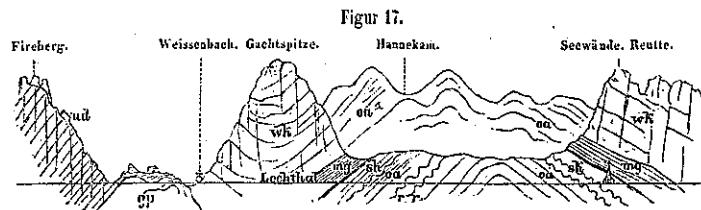
An der Strasse zwischen der Gachtspitze und Weissenbach lässt sich besonders schön die Aufeinanderfolge der dunkelfarbigen Schiefer durch die bunten Schiefer bis zum unmittelbar aufliegenden weissen Vilsenkalk am Pass Gacht beobachten.

Weniger deutlich sind die Lagerungsverhältnisse des Gypses und des dem Gypse benachbarten pflanzenführenden Schiefers bei Weissenbach. Von Hornbach hat man thalabwärts bis zu einem Gebirgstobel, der zunächst südwestlich von dem Weissenbachtobel einmündet, nur Dolomit und dolomitische Kalksteine zu beobachten Gelegenheit; mit diesem Tobel kommen schwarze plattige Kalksteine plötzlich zu Tag in Stunde 11 mit 70 Grad südostlich einfallend, und höher aufwärts im Tobel folgt in ungeheurer Mächtigkeit der Gyps und Gypsthon mit schwarzem weissadrigem Hornstein, vollständig so beschaffen wie bei Dalaas, Thannberg und bei Hindelang, bald nördlich, bald südlich fallend, bald horizontal gelagert: Hügel aus grossen Gesteinsfragmenten von Dolomit, weissem Kalkstein bestehend, liegen ohne Ordnung umher, wie es scheint durch die Auswitterung des leicht zerstörbaren Gypstones aus ihrer früheren Lagerstätte herabgebrochen. In einem alten Stollen beobachtete ich das Einfallen in Stunde 4 mit 40 Grad südwestlich, die Stösse sind mit Bittersalz reichlich überzogen.

Ein tiefer Tobel mündet bei der Gyps- und Sägemühle ins Weissenbachtal ein; hier bemerkte man sehr deutlich ein Unterteufen des Gypstones unterschwarzem plattigen Kalkstein, der von Dolomit bedeckt wird, Stunde 1 in Südwesten einfallend. Jener luckig-poröse Dolomit, welcher den Gyps im Klosterthal und bei Thannberg begleitet, fehlt auch hier eben so wenig, wie der gelbe staubige Ueberzug der Gesteine, über welche das gypsumhaltige Wasser fliesst. Der Sandstein, welcher so entschiedene Keuperpflanzen enthält, erscheint nirgends in deutlichem Schichtenverband mit den gypsumhaltigen Schichten.

Gleich jenseits des Weissenbachtals steht nordöstlich einfallend weisser Kalkstein an, der am Rande des Lechthales abwärts bis zur Nase bei Hornberg aufsetzt, nachdem er seine nordöstliche Fallrichtung in eine südwestliche umgedeutet hat. Unter demselben treten weiter abwärts die Schichten hervor, wie wir sie im Thannheimer Thale kennen gelernt haben, von wo her sie über den Hannekam bis zum Leinbachtobel mit südwestlichem und von da bis Amlech mit nordöstlichem Einfallen streichen.

Das Thälgehänge sowohl als die in dasselbe einschneidenden Tobeln des Leinbaches, des Wenglerbaches liefern sehr deutliche, fast ununterbrochene Entblössungen bis zum Kalkstein, der bei Amlech, Reutte gegenüber, anfängt und bis Vils fortzieht, nach folgender Skizze.



Figur 17.

oa. Es finden sich im Leinbachtobel graue, schwarze Schieferthone, sandige Schichten und blaugrauer Mergel (*oa*) mit rothen flasrigen, dünnshiefrigen, kieseligen Kalken (Wetzstein) rothe thonige Schichten und rother Hornstein in stark gewundener Schichtung (*r*).

sk. Unmittelbar und gleichförmig liegen diesen dünnshichtige dunkelschwarze, zum Theil dolomitische, zum Theil oolithische Kalksteine auf, erfüllt von sehr kleinen Crinoiden-Stielen.

mg. In gleicher Weise gelagert folgen dunkelschwarzer Thon und Mergel mit Mergel-Concretionen, welche in eckige Trümmer zerspringen, die unmittelbare Unterlage von

wk. wohlgeschichteten, äusserst dichten weissen oder lichtrothen Kalkstein bildend, in denen *Terebratula ascia*, *T. pala*, Crinoidenreste und häufig Lithodendren vorkommen.

gp. gypsumhaltige Schichten.

ud. unterer Dolomit.

Auch auf der Ostseite des Lech kommt derselbe weisse Kalkstein von Rieden bis Reutte vor und setzt die Bergkuppe des Passes Ehrenberg zusammen. In ähnlicher Weise, wie bei Weissenbach taucht hier der Gyps bei Breitenthal in einzelnen Hügelchen hervor, während noch an der Mühle in Mühl die rothen Kalkhornsteine zu Tage stehen. Mit diesem Profil stimmen aufs Genaueste die Profile bayrischerseits am Säuling, im Billathachtobel und im Ammergauer Gebirge überein, so dass die Stellung des weissen und lichtrothen Kalksteines mit *Terebratula ascia*, *T. pala* etc. im Gebiete der Vils und des Lechs über dem Algäuschiefen sicher festgestellt erscheint.

Gervillienschichten, Dachstein- und Adnether Kalk.

Am frühesten sind diese Schichten aus dem Bernhardsthal bei Elbingenalp bekannt geworden. Sie finden sich dort als Fortsetzung des Schichtenzuges vom Holzgauerthal unter dem Algäuschiefer, dessen Schichten mit ziemlich flachem südwestlichen Einfallen den ganzen untern Theil des Bernhardsthales einnehmen. Prachtvoll sind die drei nicht sehr mächtigen Abtheilungen in der Nähe der Kahrecks-Alpe aufgeschlossen, wo der Bach über die rein gewaschenen Schichten herabfließt. Man erkennt hier den innigen Verband, welcher zwischen Dachstein- und Adnether Kalk besteht, indem beide in den Grünschichten in einander übergehen. Das Kahrecks selbst schneidet in Gervillienschichten ein.

Vom Kahrecks streichen die Schichten östlich weiter durch den Patschertobel zur Rothwand, Elmen zu.

Bemerkenswerth ist die regelmässige Zerklüftung des rothen Hornsteines, worauf die Kapelle im Elbingenalp steht, sie kommt einer Schieferung völlig gleich; in der Steinklamm dasselbst stehen graue dünnenschichtige Kalksteine mit schwarzen Thon und Mergel wechselnd an.

Die Höhe oberhalb der Kahrecks-Alpe von der Karlspitze an nimmt Dolomit ein, der über die Patscherscharte und Urbskahr den nach Osten ziehenden Rücken bildet, bei Vorderhornbach über das Hornbachthal setzt und sich so mit dem Dolomite des Hochvogels verbindet. Im Lechtal steht zwischen Elbingenalp und Vorderhornbach nur selten Gestein an, mächtige Schutthalden bedecken die Gehänge; doch gewahrt man bei Koglein dunkle Fleckenschiefer mit Ammoniten und Belemniten des Algäuschiefers; dieselben Schichten stehen bei Unterhofen an und fallen in Stunde 12½ mit 55 Grad südlich, und bei Elmen in Stunde 1 mit 60 Grad südlich.

Das Hornbachthal gabelt sich in seinem oberen Theile, das westliche kommt aus dem Hintergrund der Kreuz-, Rauh-, Eck-Wanne, das östliche vom Wilden herab. Aus dem Algäu zieht sich hier zwischen dem Dolomit des Krottenkopfs und des Wilden der Algäuschiefer ins Hornbachthal und begleitet dessen Gehänge nahe bis Vorderhornbach, auf beiden Seiten von den mächtigen Dolomitmassen bedeckt, welche westlich die Höhen gegen das Bernhardsthal, östlich hier des Hochvogels und seiner östlichen Fortsetzung über das Rosskahr einnehmen.

In der Umgebung der Petersberger-Alpe — in der westlichen Verzweigung des Hornbachthales — taucht der rothe Marmor inselartig in der Tiefe des Thales unter dem Algäuschiefer hervor, aber nur auf kurze Strecke, denn bald umgibt uns wieder auf beiden Thalseiten der Algäuschiefer.

Zwischen Vorderhornbach und Weissenbach steht auf der linken Thalseite ohne Unterbrechung Dolomit an, bald mit südlichem, bald mit nördlichem Einfallen, bald sehr entschieden Dolomit, bald mehr oder weniger reiner Kalkstein, beide stets in dünne Bänke geschichtet. Nur an einer Stelle wurden Terebrateln bemerkt, deren schlechte Erhaltung eine Bestimmung jedoch nicht gestatteten.

Im Hintergrunde, des Schwarzwassers breitet sich nicht sehr mächtig der Algäuschiefer unter dem Dolomit aus, zwischen Fuchskahr und Hochwaldspitz aus

dem Algäu herüberziehend. In ausgedehnterer Verbreitung nimmt Dolomit die Gipfel des Kalheles-Eck und der Luchespitze ein, den Algäuschiefer überlagernd, der mit seinen ihm eigenständlichen Zwischenschichten zwischen Lahnerspitz und Rauchhorn aus dem Hintersteinerthale nach der Traualp und Vilzalp streicht.

Das Gaishorn besteht aus Dolomit, wie der Panther und Windhag, durch zwischenliegende Gervillienschichten, Dachstein- und Adnether Kalke getrennt, welche sich mit wellenförmiger Biegung über die Stuibens- und Feld-Alp mehrmals quer über den Gebirgskamm hinüber und herüberziehen.

Die Hauptresultate, welche sich aus den beschriebenen Gebirgsverhältnissen Tirols und Vorarlbergs ergeben, lassen sich in folgende Sätze fassen:

I. Der unter der Bezeichnung Flysch und flyschähnliche Gesteine zusammengefasste Complex von thonigen und kalkigen Schichten, Kieselkalken, Mergeln, Sandstein und Hornstein-Schichten, grösstenteils mit Fucoiden, teilt sich in 4 scharf geschiedene Gebirgsglieder:

1. Unterer Alpenschiefer: Zwischen dem Verrucano und unteren Dolomit findet sich eine Reihe meist dunkelfarbiger, selten röthlicher thoniger Schiefer, Mergel und weiche Thone mit dünnbankigen, schwarzen, flasigen Kalksteinen und pflanzenführenden, grauen Sandsteinen. Das Hauptgestein, ein schwärzlicher Schiefer, zerspaltet oft in grössere Tafeln und zerfällt in griffelähnliche Trümmer, enthält keine Fucoiden, dagegen nach Esche's Entdeckung *Bactryllum Meriani* Heer und *B. Schmidtii* Heer und *Halobia Lommeli* Wissm. Innerhalb dieser Zone sind selten rothe Hornsteine und flasige rothe und grüne Kalksteine zwischengelagert, dagegen häufig Gyps, zum Theil mit Anhydrit und Steinsalz (Haselgebirg); in abnormalen Verband damit treten melaphyrartige Gesteine auf.

Die scheinbar gleichförmige Auflagerung von Fucoiden führendem Flyschgestein im Illtal und längs des Nordrandes der Kalkalpen vom Widderstein durchs Algäu lässt deren Stellung im Unklaren; dagegen bestätigt deren Lagerung zwischen Verrucano und Dolomit im Ill-, Kloster- und Stanzenthal jeden Zweifel. Die mit ihnen wechselseitig liegenden Keupersandstein-Schichten weisen auch sie der Keuperformation zu.

2. Algäuschiefer umfassen die schiefrigen Gesteine, grösstenteils Kalkstein, Mergel, untergeordneten Hornstein, Sandstein, manganhaltige Schichten, welche jedesmal unmittelbar über dem rothen Adnether Kalk und unter einem Dolomit oder weissen und lichtrothen (Vilser) Kalkstein lagern. Sie enthalten nie *Fucoides intricatus* und *F. Targionii* oder Helmithoiden, dagegen verwandte Fucoiden, welche als *Chondrites latus* und *Ch. minimus* u. spec. bezeichnet wurden; sie verleihen dem Gesteine ein fleckiges Aussehen. Ferner enthalten sie weit verbreitet *Ammonites radians*, *Ammonites amalteus* (?), *Ammonites Valdani* d' Orb., *Belemnites digitalis* (?), *Belemnites brevis* und *Inoceramus Falgeri*.

Unbestreitbar liegen in ihnen oder ohne scharfe Gränen auf ihnen von petrographisch nicht unterscheidbaren Schichten begleitet, rothe Hornsteine, kieselige Kalke mit dem *Aptychus alpinus* der Ammergauer Wetzsteine. Am Pfrontenberg,

wo schon Versuche zu ihrer Benützung als Wetzstein gemacht wurden, und in Loogbahtobel (Kren) liegen sie unter dem weissen Vilser Kalk.

Die Zugehörigkeit der durch *Ammonites radians* u. s. w. charakterisierten Schichten zum Lias ist unbestritten; es fehlt bis jetzt an deutlichem Nachweis durch charakteristische Versteinerungen, namentlich durch Zusammenvorkommen von *Aptychus alpinus* und Ammoniten, ob die Ammergauer Wetzsteinschichten — wie wahrscheinlich — dem untrennbar Complex der Liasschiefer angehören oder davon zu scheiden sind.

Im Algäu und Vorarlberg werden die Wetzsteinschichten durch Hornsteinschichten vertreten.

3. Nummulitenflysch, thonige, kalkige, mergelige Schiefer, graue und braune Hornsteine mit Fucoiden wechseltlagern mit Nummuliten führenden Schichten; sie sind charakterisiert durch das Vorkommen von Glauconitkörnern.

4. Intricaten - Flysch oder das allgemeine Flyschgestein, als solches charakterisiert durch Einschlüsse von *Chondrites intricatus*, *Ch. Targonii*, *Ch. aequalis*, *Ch. furcatus*, *Münsteria geniculata*, *M. annulata*, *Helminthoida irregularis* und *H. crassa*; ohne thierische Ueberreste und ohne glauconitische Körner.

Dasselbe scheint durch seine Aehnlichkeit mit den unteren Alpenschiefern, welche örtlich gleichförmig derselben aufgelagert sind, einer verhältnissmässig älteren Formation anzugehören; eben darauf deuten auch die Lagerungsverhältnisse längs einer grossen Strecke des nördlichen Gebirgsrandes, wo die Flyschgesteine scheinbar unter dem unteren Dolomit einschliessen.

Dagegen liegt dieselbe Gebirgsart auf den jüngsten Schichten der Kreideformation und auf der Nummulitenbildung gleichförmig auf, lässt also auf ein sehr geringes Alter schliessen, ohne dass die Gebirgsverhältnisse in Tirol und Vorarlberg zureichende Aufschlüsse über diese widersprechenden Thatsachen gewähren. Indess ist ihr Alter durch Studer, Escher und Merian in den Profilen am Teggenburg und Fähnern als jüngere Eocenbildung ausser Zweifel gesetzt. Hiermit stimmen auch die Lagerungsverhältnisse bei Santhofen im Algäu.

II. Die unteren Alpenschiefer treten am Nordrande der Alpen in ähnlicher Beschaffenheit wie im Ill-, Kloster- und Stanzerthale, aber an nur vereinzelten Puncten zu Tage; auch in dem tiefen Einschnitte des Leichtthales zeigen sie sich wiederholt emporgehoben. Ihre Hauptmasse besteht hier wie dort aus kohlenschieferrähnlichen, meist, jedoch weicheren Thonschichten mit Congressionen und Platten von kieseligem Kalkstein, luckigem Dolomit und Gyps. Untergeordnet sind:

1. Grauer Sandstein mit Keuperpflanzen (Imberg, Thannberg, Weissenbach).
2. Schwarze, plattige Kalksteine, flasrig, auf den Schichtflächen narbig vertieft, mit fettglänzendem Thone überzogen (Guttensteiner Kalk).
3. Blendend weisser und röthlicher Kalkstein mit *Monotis salinaria* u. s. w. (Hallstätter Kalk) ist hier undeutlich entwickelt; jedoch dürften die weissen Kalksteine oberhalb Petneu, die dichten, flasrigen, weissen, röthlichen und grünlichen

Kalksteine, welche zwischen Alpenschiefer und Dolomit an vielen Orten (Pahnwand, Genschelalp, Bielsau, Fallbach, Rettenschwang) vorkommen, diese Schichten vertreten.

III. Unter dem unteren Alpenschiefer liegt an der Südgränze Verrucano, an der Nordgränze fehlt derselbe mit Ausnahme eines einzigen, ausser allem regelmässigen Schichtenverbande stehenden Felseus bei Hindelang.

Über demselben folgt der untere Dolomit, ein schmutzig-graues oder weissliches, düngeschichtetes Gestein mit Zwischenlagen von reinen Kalksteinen zwischen den Dolomitschichten. Im Algäu, West-Tirol und Vorarlberg bis jetzt ohne Versteinerungen, lässt derselbe, obwohl über entschiedenen Keuperschichten gelagert, eine Formationsbestimmung nicht zu. Meine neuesten Untersuchungen bei Seefeld, Garmisch und im Oelgraben bei Vorderries setzen ausser allen Zweifel, dass die Asphaltische mit ihren liassischen Fischresten mitten in diesem unteren Dolomit liegen, dass demnach dieser Dolomit selbst als unterste Etage des Alpenlias zu betrachten ist.

IV. Auf diesem liassischen Dolomit liegen unmittelbar die weichen, thonigen, kalkigen und mergeligen Schichten, welche durch zahlreiche Versteinerungen leicht kenntlich sind; ihre vorzüglichsten und häufigsten Versteinerungen sind in Vorarlberg *Gervillia inflata*, *Nucula complanata*, *Avicula speciosa* und *Cardium austriacum*. Stellenweise fügen sich zwischen Dolomit und dieser Gervillienschichte, jedoch noch letzterer angehörig, einige Bänke eines dünnenschichtigen schwarzen, zum Theile oolithischen Kalksteines, dessen Aehnlichkeit mit gewissen Schichten des höher liegenden Dachsteinkalkes zu der irrgen Ansicht Verlassung gegeben haben mag, dass die Gervillienschichten über dem Dachsteinkalke lagern.

V. Die Dachsteinkalke, bestimmt bezeichnet durch *Megalodus tricuspidatus*, bestehen aus blaugrauen, schwärzlichen, dichten oder oolithischen, dickbankigen, häufig weissadrigen, oder aus gelblich-grauen, hellfarbigen, weiss punetirten Kalksteinen; erstere besonders reich an Lithodendron-Arten. Sie folgen unmittelbar auf die Gervillienschichte. Dunkelgraue Kalkschichten mit *Spirifer unicostatus*, *Modiola Schafhäutli*, *Terebratula cornuta*, *Rhynchonella fissicostata* sind noch den Gervillienschichten beizuzählen, weil mit diesen Conchylien auch noch *Gervillia inflata* zusammen vorkommt.

VI. Unterer Dolomit, Gervillienschichten und Dachsteinkalk sind dem alpinischen Gebirgssystem eigenthümliche Gebirgsglieder; zwischen Keuper und Lias gestellt, neigen sie sich entschieden dem letzteren mehr zu; sie sind im System zwischen Keuper und Lias als untere Glieder des letzteren unter dem unteren Lias der ausseralpinischen Entwicklung einzuriehen.

VII. Dem Dachsteinkalke unmittelbar aufgelagert sind die meist rothgesürbten, doch auch in grauer Färbung vorkommenden Adnether Marmore mit *Ammonites Comybeari*, *A. heterophyllus*, *A. fimbriatus*, *Orthoceras* und Belemniten. Mit ihnen erreichen wir die erste Schichte, welche sich mit dem ausseralpinen Lias vergleichen lässt, jedoch ohne strenge Parallele mit dessen Unterabtheilungen.

VIII. Die auf dem Adneth Kalk gleichförmig gelagerte, überaus mächtige Zone schiefriger Gesteine, Algäuschiefer, entspricht ebenfalls dem Lias ohne strengen Parallelismus mit dessen Unterabtheilungen. Die obere Gränze gegen den Jura ist noch nicht sicher festgestellt.

Dem Algäuschiefer gehören die (Ammergauer) Wetzsteinschichten an, wie sie bei Vils in Tirol vorkommen; ihr innigster Verband mit Schiefern, welche *Ammonites radians*, *Amm. amaltheus* enthalten, spricht für ihre liassische Natur. In Vorarlberg und Algäu scheinen sie durch splittrige, selten kalkige, rothe Hornsteinlager inmitten der Algäuschiefer vertreten zu sein.

IX. Entschieden tritt die jurassische Natur erst in den dem Algäuschiefer aufliegenden weissen oder röthlich weissen dichten Kalke — Vilser Kalk — mit *Terebratula ascia*, *T. pala*, *T. antiplecta*, *Rhynchonella Hoernesii*, *Lithodendron* und *Apiocrinus* und in den dunkelfarbigen Kalken von Au hervor; die letzten gehören dem braunen Jura, die ersten dem weissen an und sind in der Regel mit Dolomit verbunden. Der Dolomit, welcher an den Grünzbergen entschieden dem Algäuschiefer aufliegt, vertritt diese jurassische Bildung ohne Entwicklung des weissen Kalkes; es gibt also eine zweite obere Dolomitlage.

Ob der zwischen dem Algäuschiefer und dem Vilser Kalke bei Reutte entwickelte dunkle, dünnenschiffrige, zum Theil oolithische Kalkstein, theilweise erfüllt mit kleinen Crinoidenresten, und ein grauer weicher Thon mit Concretionen von Mergeln, dem braunen Jura angehöre, kann nur durch noch aufzufindende Versteinerungen sicher bestimmt werden.

X. Die der Kreideformation zugehörigen Schichten sind in Vorarlberg (und Algäu) ganz genau so entwickelt und gegliedert, wie westlich vom Rhein in der Schweiz, nämlich:

1. Neocomien ausgezeichnet durch seine dunkle Färbung, sehr mächtig;
2. Urgonien oder Caprotinenkalk bildet eine 15—30 Fuss mächtige Kalkbank, theils dunkel, doch heller als der Neocomien, grösstentheils sehr licht, weiss gefärbt, theils dicht, glasartig zerspringend in Karrenfelder auswitternd, theils oolithisch. Die weissen, zum Theil oolithischen Kalksteine, in welchen Herr Conservator Schafhärtl seine Kalkthierchen entdeckte und dem zufolge als weissen Jurakalk bestimmte und auf seiner Karte als solchen angibt, sind durch ganz Vorarlberg und Algäu in der That nichts anders als Caprotinenkalk.

3. Galt, entwickelt in Form eines quarzigen, schmutzig-gelbweissen und eines glauconitischen, oft sehr dichten, grünsteinähnlichen Sandsteines von 10—25 Fuss Mächtigkeit ohne Mergel.

4. Sewerien — Sewerkalk und Inoceramenschichten, gebildet theils durch 5—15 Fuss mächtige sehr dichte, flasrig-wulstige, weisse und rothe Kalksteine, theils durch sehr mächtige aschgrau Schieferthone und Mergelbänke voll Inoceramen.

5. Grünsand und schwarzgrauer Thon mit *Exogyra columba*; Cénomanien.

XI. Die deutliche Lagerung des Sewerkalks mit den ihn begleitenden Inoceramenschichten zwischen Galt und Grünsandstein mit *Exogyra columba* lässt

diese Bildung als ein selbsständiges Glied zwischen Galt und Cénomanien betrachten, welchem die Bezeichnung Sewerien zukommen dürfte.

Über dem oberen Grünsand der Alpen folgen schwarze Thonmergel und die Nummulitenbildung und auf diese die echte Flyschformation. Die vollständige ausgedehnte und grossartige Entwicklung der Kreide, der Nummulitenbildung und des Flysches in Vorarlberg lässt keinen Zweifel darüber bestehen, dass die Ammergauer Wetzsteinschichten keinem Gliede dieser Formationen angehören, noch darüber, dass der in Flysch vorkommende sogenannte Reiselsberger Sandstein nicht eine Noocomienbildung sei.

II.

Die Braunkohlen-Gebilde bei Rottenmann, Judendorf und St. Oswald und die Schotterablagerungen im Gebiete der oberen Mur in Steiermark.

Von Dr. Friedrich Rolle.

(Als vierte und fünfte Abtheilung der Abhandlung im 8. Jahrgange, Seite 322 des Jahrbuches der k. k. geologischen Reichsanstalt.)

Zur Veröffentlichung mitgetheilt von der Direction des geognostisch-montanistischen Vereines für Steiermark.

I. Die Braunkohlen-Gebilde bei Rottenmann, Judendorf und St. Oswald.

Die braunkohlenführende Tertiärbildung beschränkt sich auf einige wenige sehr vereinzelte Vorkommen, die theils in Niederungen auftreten, theils in ziemlicher Höhe über den Thalschalen am Abhange des älteren Gebirges angelagert gefunden werden. Es können Absätze alter, von einander gesonderter Süßwasserbecken sein. Doch dürfte die Annahme eines Zusammenhangs mit einem der offenen Meere der Tertiärperiode mehr für sich haben. Zudem überschreitet ihre Meereshöhe nicht jene Gränze, welche v. Morlot dem in die Niederungen der Ostalpen hereinreichenden Miocen-Meere setzt, von dem er die isolirten Tertiäralablagerungen in den Alpentälern herleitete. Sie hält sich nämlich zwischen 2800 und 3500 Wiener Fuss.

Was das Alter dieser Tertiärbildungen betrifft, so liegen keine weiteren organischen Reste ausser Braunkohlen daraus vor, indessen ist es dennoch so gut wie gewiss, dass sie mit der Kohlenbildung von Fohnsdorf (Judenburger Becken) ziemlich gleichzeitig sind; diese letztere Bildung aber ist ihren Pflanzenresten nach seit geraumer Zeit als mitteltertiär (gleichzeitig mit Leoben, mit Bilin in Böhmen u. s. w.) erkannt. Dasselbe ergeben auch die Fohnsdorfer Schathierreste. Es ruht auf dem Kohlenflöz eine versteinerungsreiche Kalk- oder Mergelbank, die ausser einigen unbestimmbaren Schneckenresten (vielleicht *Nerita* oder *Paulinella* sp.) noch zahllose dicht gedrängte Mengen einer für die oberen Lagen des Wiener Tegels bezeichnenden Süßwassermuschel, der *Congeria triangularis* Partsch, umschliesst. In Morlot's Beschreibung der Fohnsdorfer Kohlenlager-