

Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Philosophischen Fakultät der Albertus-Universität zu
Königsberg i. Pr.

von

Emil Wepfer

aus Pordenone (Italien).



Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1908.

Gedruckt mit Genehmigung der philosophischen Fakultät
der Albertus-Universität zu Königsberg i. Pr.

Referenten: Prof. Dr. Tornquist.
Prof. Dr. Mügge.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXVII.

Druck von Carl Grüniger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald.

Von

E. Wepfer in Königsberg i. Pr.

Mit 1 Karte (Taf. I), Taf. II, 5 Profilen und 2 Abbildungen im Text.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit erfolgte auf Anregung des Herrn Prof. TORNQVIST gelegentlich einer im Sommer 1906 von ihm von Straßburg aus in das Flysch-Kreidegebiet des östlichen Bregenzer Waldes gegen Oberstdorf zu geführten Exkursion.

In demselben Sommer noch begann ich mit der Kartierung dieses Gebietes, welches sich westlich an eine Karte anschließt, die Herr Prof. TORNQVIST soeben veröffentlicht hat¹. Ich verbrachte für die Durchführung dieser Untersuchung in meinem Gebiet² im ganzen vier Monate in den Sommern 1906 und 1907. Beide Male durchstreifte Herr Prof. TORNQVIST jeweils mehrere Tage mit mir zusammen die Gegend.

Für das rege Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, sage ich meinem verehrten Lehrer hiermit herzlichen Dank.

¹ Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908. I. 63. — Die hierzu gehörige Karte ist im Maßstab 1 : 75 000.

² Als Standquartier für meine Begehungen diente mir teils Egg, teils Schwarzenberg, teils das Alpenhotel Bödele, nördlich des Hochälpele.

Allgemeine Übersicht.

Das in der vorliegenden geologischen Karte von mir zur Darstellung gebrachte Gebiet gehört dem nördlichen Bregenzer Wald an.

Westlich ist es natürlich begrenzt durch das Rheintal bei Dornbirn; auch im Südwesten hat es seinen gegebenen Abschluß, und zwar an der Dornbirner Ach.

Vom Eingang der Rappenlochschlucht, südöstlich von Dornbirn, aus zieht sich die Grenze ost-südöstlich knapp an der Alpe Weißenfluh vorüber, biegt dann rechtwinkelig nach Norden bis oberhalb des Klausberges, hier wiederum rechtwinkelig nach Osten über denselben, durchquert die tief eingeschnittene Schlucht der Bregenzer Ach, läuft über den jenseitigen Klausberg¹ (960 m) bis zum „Sattel“ (1139 m), dann wieder nördlich bis Egg und von hier aus wieder westlich bis ans Rheintal.

Erscheint nun vielleicht die Karte auf den ersten Blick als ein geographisch etwas willkürlich begrenztes Stück, so ist doch das geologische Bild ein einigermaßen abgerundetes: die Karte umfaßt den gesamten nördlichen Flyschzug des westlichen Bregenzer Waldes, an dessen Zusammensetzung hier auch noch die obere Kreide besonderen Anteil nimmt, ferner im Norden das Grenzgebiet der Molasse und im Süden das der älteren Kreide, soweit dieses für die Tektonik des Flyschzuges von Bedeutung ist. Drei verschiedene tektonische Zonen entfallen demnach auf die Karte.

Der anstehende Flysch, die anstehende obere Kreide und die Molasse werden in einem beträchtlichen Gebietsteil von Moränen und Diluvialterrassenschotter bedeckt, wie in dem im Osten der Karte befindlichen großen Talgebiet der Bregenzer Ach bei Andelsbuch-Bühel und im mittleren und westlichen Gebietsteil durch das gewaltige Moränengebiet, welches vom Lose-Paß bis hinüber über Schwarzenberg reicht und welches, wie später gezeigt werden wird, auf eine Abzweigung des ehemaligen Rheintalgletschers zurückgeführt werden muß.

¹ Auf der Karte fälschlich „Melisberg“ benannt.

Der das ganze Gebiet beherrschende Berg ist der bekannte Aussichtspunkt, das Hochälpele, ein Flyschberg (1467 m); im Süden ist er durch einen Grat (Hochstätte, 1370 m) mit dem älteren Kreidegebirge (Weißenfuh, 1376 m) innig verbunden; man sucht hier vergeblich nach den sonst so verschiedenen Gestaltungsformen zwischen den Bergen der älteren Kreide und den „weichen Vorbergen des Flysch“.

Dieser allmähliche orographische Übergang ist bedingt durch die starke Verbreitung der weichen Seewermergel im südlichen Teil der eigentlichen Flyschzone. Auffallend ist für diesen erwähnten, von Süd nach Nord sich hinziehenden Bergzug, daß der nördliche Flysch des Hochälpele sogar bedeutend höher liegt (1467 m) als der südlich liegende Kreideberg, die Weißenfuh (1376 m).

Am Abfall des Gebirges gegen das Rheintal zu tritt die Grenze zwischen dem älteren Kreidegebirge und dem nördlich davor lagernden, aus oberer Kreide und Flysch zusammengesetzten Gebirge zunächst gleichfalls wenig hervor; erst in der mittleren Höhe des Westgehänges machen sich die steilen Schrättkalkwände bemerkbar und verschließen schroff den Zutritt zum südlicheren Bergland.

Dem Wanderer, welcher das Gebiet von Norden her betritt, erscheint es, als ob die Dornbirner Ach der Grenze zwischen Schrättkalk einerseits und oberer Kreide und Flysch anderseits folge; dem ist aber nicht so. Im Süden des Flusses stehen sowohl obere Kreideschichten als auch Flysch an.

Deutlicher tritt diese Grenzlinie jedoch auf der Ostseite des Hochälpele hervor; in Moorboden (dessen Entstehung teils auf unterlagernden Flysch, teils auf Moräneschlamm zurückzuführen ist), weiter unten in Moräneschutt, hat sich ein Bach, der „Steinriesler“, tief eingengagt und fließt als ein Wildbach durch gewaltiges Felsgeröll, dabei immer genau dem Steilabfall der nördlichsten älteren Kreide folgend, der Bregenzer Ach zu.

Der obengenannte Schrättkalk der Weißenfuh gehört der nördlichsten Falte des älteren Vorarlberger Kreidegebirges an; er bildet einen Sattel, der in seiner Fortsetzung nach Osten durch eine Querverwerfung stark nach Norden vor-

geschoben ist und über den Klausberg, die Bezegg (760 m) zum „Sattel“ sich fortsetzt. Auf der Karte ist nur der nördliche Abfall des Sattels zur Darstellung gekommen. Dieser Abfall ist hier ein sehr steiler und steht so in scharfem orographischem Gegensatz zu der davorliegenden flacheren Niederung.

Diese letztere ist auf große Strecken bedeckt von fluvioglazialen Bildungen; tektonisch ist dies Gebiet zweifellos die westliche Fortsetzung der Allgäuer Flyschzone, wie auch als ihre Fortsetzung im Osten allein der Flysch des Hochälpele angesehen werden kann; trotzdem ist hier höchst bemerkenswerterweise fast nur die obere Kreide anstehend zu beobachten, welche sich bis zu den ersten Molassehöhen nordwärts erstreckt. Diese Molasse schließt in einem hohen Zug, der im Gaiskopf (1201 m) kulminiert, die Niederung von Andelsbuch im Norden ab. Einen tiefen Einschnitt in diesen Molassezug stellt allein die Erosionsschlucht der Bregenzer Ach dar, welche zwischen den schroffen Nagelfluhfelsen tief unter Egg beginnt.

Am Fuß des Hochälpele liegt Schwarzenberg, landschaftlich ohne Zweifel der lieblichste Talpunkt des Gebietes. Üppige Wiesen und Wälder ziehen sich zum Grat des Hochälpele-Berges hinauf, der einen Ausläufer in der Schwende (1222 m) besitzt. Im Westen des Grates bedeckt ausgedehnter Wald das größtenteils steile Gehänge. Unzählige Bachrisse streben dem Rheintal zu, und trotz Kompaß und Barometer ist es oft sehr schwer, sich in diesem Wirrsal zurechtzufinden. Erst weiter unten beginnen wieder Wiesen mit freundlichen Ortschaften: Rhomberg, Watzenegg, Falenberg, Kehlegg u. a., und im Tal der Dornbirner Ach und des nächst nördlichen Baches hat sich die Industrie angesiedelt.

Die Wasserscheide zwischen Rhein und Bregenzer Ach, zugleich den betretendsten Übergang von Dornbirn in den „Wald“ bildet der Lose-Paß (1150 m). Auf der breiten Wiesenfläche östlich der Paßhöhe, dem Büdele, hat sich eine Familienkolonie gebildet, von der aus immer neue Wege die Schönheiten der Umgebung zugänglich machen und zugleich neue Aufschlüsse schaffen.

Für die beiliegende Karte ist der Maßstab 1 : 25 000 gewählt worden, weil nur so die engbegrenzten und für unsere Darstellung wichtigsten Aufschlüsse in der Tiefe der Täler einigermaßen deutlich wiedergegeben werden können. Leider läßt die kartographische Unterlage der Karte sehr viel zu wünschen übrig¹.

Bevor ich zu der geologischen Beschreibung meines Gebietes übergehe, sei es mir erlaubt, eine Zusammenstellung der bedeutendsten älteren Bearbeitungen des Vorarlberges, soweit sie für das untersuchte Gebiet in Betracht kommen, zu geben.

An diese Zusammenstellung schließt sich sodann das Verzeichnis der übrigen diesbezüglichen Literatur an.

- I. GÜMBEL, Beiträge zur geognostischen Kenntnis von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol. J. R. A. 1856. — Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges. 1861.

GÜMBEL betrachtet das Vorarlberger Kreidegebiet als ein primäres Gewölbe, in zahlreiche, teilweise sich verzweigende und ineinander übergehende, sekundäre Wellen gestaut, die teilweise nach Norden überstürzt und von verschiedenen Querbrüchen (Bregenzer Ach) durchzogen sind.

Die Bewegung, welche zur Bildung dieses Gebirges geführt hat, setzte bereits zu Ende der Kreidezeit ein. GÜMBEL schließt dies aus der Art der Ablagerung der alttertiären Schichten, welche (p. 581 oben) „sich fast ohne Ausnahme auf den äußeren Nordrand des Gebirges und auf jene mulden-

¹ Wer Gelegenheit gehabt hat, an der Hand dieser Karten Behauptungen zu machen, für welche eine genaue Orientierung notwendig ist, macht die peinliche Erfahrung, daß Unübersichtlichkeit nicht ihr einziger Fehler ist. Abgesehen davon, daß manche Namen ganz unrichtig sind, zahlreiche Ortsbenennungen fehlen und Höhenangaben nicht stimmen, sind z. B. auch Höhenkurven nicht zuverlässig eingezeichnet. Dazu kommt noch, daß infolge des respektablen Alters der Karte die zahlreichen neu angelegten Wege nicht eingetragen sind. Alle diese Eigenschaften wirken zusammen, um eine Orientierung z. B. in dem mit wildem Wald bestandenen Westabhang des Hochälpele beinahe zu einem Ding der Unmöglichkeit zu machen. Allerdings darf man an diese Karte nicht die Anforderungen stellen, welche man an entsprechende Karten anderer Gegenden zu stellen gewohnt ist, denn die vorliegende Karte ist gewissermaßen eine Manuskriptkarte, welche nur als Unterlage der österreichischen Karte 1 : 75 000 anzusehen ist und nicht in offenen Handel gelangt.

förmigen Querbuchten beschränken, die bereits für die Entstehung jüngerer Kreideschichten günstig, auch nach einer teilweisen Ausfüllung durch letztere noch vertieft blieben; nirgends reichen sie indes zu so bedeutenden Berghöhen, wie die Kreideschichten empor“. -- „Die alttertiären Schichten folgen meist ohne bedeutende Abweichungen der Schichtung gleichförmig auf die letzten jüngsten Sedimente der Kreideformation (p. 582 oben). Die Lagerung bezeugt in Übereinstimmung mit der gleichförmigen Verbreitung beider Gebilde, daß keine großartige, sprungweise abschließende Katastrophe zwischen Kreide- und Tertiärzeit eintrat.“

Die Anschauung, daß das ältere Gebirge einen für das Tertiärmeer unübersteiglichen Uferrand gebildet habe (p. 581, Mitte), widerlegt sich selbst durch die auch schon GÜMBEL bekannte Tatsache, daß der Flysch keineswegs auf das vor dem Nordrand der Kreideketten gelegene Gebiet beschränkt ist, sondern auch noch südlich desselben auf dem Gipfel der nächst dem Rheintal oberhalb Hohenems gelegenen Hohenkugel (1649 m) auftritt. Eine Erklärung dieses Widerspruches vermißt man in GÜMBEL'S Darstellung.

Über die Tektonik der nördlichen Vorarlberger Flyschzone gibt GÜMBEL nichts an. Über die Lagerung des jüngsten Schichtenkomplexes dieser Gegend, der Molasse, sagt er, daß sie zunächst dem Alpenrande in der Regel nördlich einfallt oder daß die Schichten saiger stehen und erst nach und nach überkippen. Bei der Schilderung der Molasse bei Egg (p. 738) hat sich bei ihm ein Irrtum eingeschlichen: Die Konglomeratbänke, auf denen die Brücke von Egg über die Ach aufruhrt, fallen nicht nach Süden, sondern nach Norden.

II. v. RICHTHOFEN, Die Gliederung der Kreideformation in Vorarlberg. V. R. A. 1857. — Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. J. R. A. 1859; 1861—62.

Auch er nimmt an, daß das Vorarlberger Kreidegebiet bereits zu Ende der Kreideperiode eine Hebung erfahren habe, eine Anschauung, die auch VACEK (s. u.) vertritt, der dadurch den Fazieswechsel des Gault in bestimmten Talzügen erklären will. v. RICHTHOFEN leitet hieraus eine Erklärung für die Art der Verbreitung des Flysch ab.

Die Ablagerung des Flysch vollzog sich nach v. RICHTHOFEN im allgemeinen ruhig und (J. R. A. 1861/62. p. 173) ununterbrochen parallel zwischen Gault und Nummulitenschichten, die bei ihm stratigraphisch zwischen Seewer und (eocänem) Flysch liegen. Mit dieser Anschauung kann ich allerdings die Stelle (J. R. A. 1861/62. p. 176—177) nicht ganz in Einklang bringen, an der er schreibt, daß unmittelbar auf Seewer der eocäne Intricaten-Flysch (außerhalb meines Gebietes, bei Damüls) liegt. Ich werde darauf später zurückkommen.

Die Lagerung des Kreidegebirges ist so, daß die gesamten Kreideschichten in Wellen vielfach nach Norden überstürzt sind. Das Einfallen des Flysch längs dem Nordrande unter die ältesten Kreideschichten bezeichnet er als illusorisch. „Es findet vielmehr eine Überstürzung des gesamten Kreidesystems mit Vermittlung aller jüngeren Glieder desselben und des Flysches statt“ (p. 191). Es ist noch nirgends die Rede von einer Verwerfung, die am Nordrande der Kalkalpen die Grenze gegen den Flysch bildet.

Schon hier findet sich die Meinung vertreten, daß das Säntisgebirge sich dem Vorarlberger Kreidegebirge inniger anschließe als dem schweizerischen westlich von der Linth. Das Rheintal als die Trennung des Säntisgebirges vom vorarlbergischen Kreidegebiet entspricht (p. 191) „einer allmählich erweiterten Berstung, die nur in geringem Grade mit Verwerfung verbunden zu sein scheint.“

Auch sonstige Verwerfungen nimmt er nur in geringem Maße an, besonders am Durchbruch der Bregenzer Ach durch die ältere Kreide oberhalb Schwarzenberg, und ferner einige Sprünge im Streichen der Wellen, an denen die beiden Teile nach aufwärts oder abwärts gegeneinander verworfen sind (p. 189). In diesem Falle finde nicht selten eine Überschiebung statt. Die Flyschzone liegt im Norden über der Molasse; die Grenze von Flysch und Molasse geht von Dornbirn über Egg und die von Kreide und Flysch vom Mühlebach südlich Dornbirn über Bühel weiter nach Osten.

III. VACEK, Über Vorarlberger Kreide. J. R. A. 1879.

Es ist dies die einzige neuere Spezialarbeit über das Gebiet.

Nach VACEK war die Ablagerung der Kreideschichten in Vorarlberg eine überaus gleichmäßige; eine nachweisbare Lücke innerhalb der Ablagerungsserie selbst findet sich nirgends (p. 701). Gegen Ende der Kreidezeit machten sich jedoch bereits gewisse Bodenbewegungen bemerkbar, in deren Folge besonders der Gault sich in verschiedener Mächtigkeit abgelagerte und die ferner von nun ab fazielle Unterschiede zwischen gleichalterigen Schichten und Faunen veranlaßten. Besonders interessiert hier, was VACEK über den Seewer und dessen allmählichen Übergang durch die sandigen Kalkschiefer der Wangschichten zum Flysch sagt. Die Wangschichten sollen nur eine lokale Bildung sein, die stellenweise im Streichen allmählich in Nummulitenkalk übergehen (also in das Eocän zu rechnen wären), „ein Umstand (p. 699), der der Auffassung, daß die Wangschiefer cretaceisch sind, kaum günstig ist.“ (Vergl. HEIM, KAUFMANN, MÖSCH.)

Speziell im Vorarlberg findet sich nach VACEK ein den Wangschichten vergleichbarer Schichtkomplex an der Grenze zwischen Seewer und Flysch, allerdings im südwestlichen Teile des Kreidegebietes, also außerhalb meiner Karte.

Die Tektonik spricht er als eine verhältnismäßig einfache an: das ganze Kreidegebiet ist in annähernd parallele Falten gelegt, die VACEK einzeln in sehr übersichtlicher Weise bespricht; öfters sind sie nach Norden überkippt. Er erwähnt die auffallende Depression der nördlichsten Kreidewelle auf der Bezegg und bringt sie in Verbindung mit weiter im Süden liegenden Depressionen anderer Wellen, die in einer geraden, NW.—SO. streichenden Linie verlaufen; er erkennt auch den Querbruch, den die Bregenzer Ach zum Austritt aus dem Gebiet der älteren Kreide benützt.

IV. LENZ, Aus dem Bregenzer Wald. V. R. A. 1873.

Die kurze Darstellung, die LENZ über den Bregenzer Wald gibt, deckt sich größtenteils nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen. LENZ gibt an (p. 223), die Ach betrete bei Egg die Flyschzone, die ungefähr eine halbe Stunde breit sei. Allerdings durchschneidet die Ach hier den Flysch, aber nur auf eine Erstreckung von ungefähr 125 m, um oberhalb in den Mergeln der oberen Kreide zu fließen. Flysch tritt dann

nochmals am Achufer hervor, aber wieder nur auf ganz kurze Erstreckung.

Während GÜMBEL schon in seinen „Beiträgen zur geognostischen Kenntnis vom Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol“¹ aussprach, daß „der nördliche Flyschzug vom Tal von Sibratsgefäll ab westwärts rasch so an Breite abnehme, daß man bei Andelsbuch und Schwarzenberg Mühe hat, dessen Dasein zu konstatieren“, hält LENZ die ganzen Kreidemergel für Flysch und kommt so dazu, die Südgrenze des Flyschzuges auf eine Linie Mühlbach (südlich Dornbirn) — Bühel usw. zu setzen, die in Wirklichkeit ungefähr die Nordgrenze der älteren Kreide bildet.

Aus seinem Urteil, daß hier (im Bregenzer Achtal) „keine reinen Gesteine, kein eigentlicher Sandstein oder Kalkstein seien“, scheint mir hervorzugehen, daß er etwas in Verlegenheit über die stratigraphische Stellung dieser Schichten war und sie als „nicht deklinierbar“ zum Flysch stellte, so zu den zahlreichen Rätseln, die dieser schon vorher bot, noch ein neues fügend.

Ich habe an der Ach Fucoiden, die er von dort zitiert, nur an zwei Stellen gefunden, wo wirklicher Flysch auftritt, und zwar in typischem, hellem Quarzit; in der Hauptmasse der Gesteine aber habe ich stellenweise recht gute Kreidefossilien gefunden; nach kurzem Suchen aber finden sich fast überall deutliche Fossilreste in den betreffenden Gesteinen, Chondriten aber nirgends!

Was LENZ über das landschaftliche Hervortreten der älteren Kreide bemerkt, trifft vollkommen zu, und beweist, daß eben die durch die jüngere Kreide gebildeten Bergformen in ihrem Charakter durchaus den Flyschbergen gleichen. Richtig ist ferner die Erkenntnis, daß die besagten Schichten unter die Kreidebildungen (d. i. die ältere Kreide!) einfallen, wenigstens teilweise.

Sonstige Literatur.

- 1812—40. SOWERBY, Mineral Conchology.
 1827. NILSSON, Petrificata Suecana.
 1831. SOWERBY, Trans. geol. soc. London.

¹ J. R. A. 1856. p. 14.

1841. RÖMER, Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges.
 1842. v. HAGENOW, Rügensche Versteinerungen. Dies. Jahrb.
 1843. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae.
 1845—46. REUSS, Versteinerungen der böhmischen Kreideformation.
 1846. FORBES, Trans. geol. soc. London.
 1847. MÜLLER, Monographie der Aachener Kreide.
 1849—50. GEINITZ, Quadersandsteingebirge.
 1850. ALTH, Geognostisch-paläontologische Beschreibung der Umgebung von Lemberg. Abhandl. v. Haidinger. III.
 1850. GEINITZ, Charakteristik der Schichten und Petrefakten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges sowie der Versteinerungen von Kieslingswalda.
 1850. KNER, Versteinerungen des Kreidemergels von Lemberg.
 1850. D'ORBIGNY, Prodrome.
 1851. EMMRICH, Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bayrischen und den angrenzenden österreichischen Alpen.
 1851—53. STUDER, Geologie der Schweiz.
 1852. ZEKELI, Gastropoden der Gosau-Gebilde. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.
 1853. ESCHER v. D. LINTH, Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg etc. Denkschr. d. allg. schweiz. naturf. Ges.
 1853. MERIAN, Geologie der Vorarlbergschen Alpen. Verh. naturf. Ges. Basel. 10.
 1856. GÜMBEL, Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg etc. J. R. A.
 1857. v. RICHTHOFEN, Die Gliederung der Kreideformation in Vorarlberg. V. R. A.
 1859. — Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. J. R. A.
 1860. KAUFMANN, Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. Neue Denkschr. d. schweiz. naturf. Ges.
 1860. D'ORBIGNY, Palaeontologie française. Terr. cret. Lamellibr.
 1861. GÜMBEL, Bayrisches Alpengebirge.
 1861—62. v. RICHTHOFEN, Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Fortsetzung. J. R. A.
 1863. DRESCHER, Über die Kreidebildung der Gegend von Löwenberg. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
 1863. KUNTH, Über die Kreidemulde bei Lahn in Niederschlesien. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
 1863. v. STROMBECK, Kreide am Zeltberg bei Lüneburg. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
 1864. ZITTEL, Gosau-Bivalven.
 1866. LAMARCK, Ann. Mus.
 1869. FAVRE, Fossiles de Lemberg.
 1871. STOLICZKA, Palaeont. Indica, Cretaceous Pelecypoda.
 1873. LENZ, Aus dem Bregenzer Wald. V. R. A.
 1875. GEINITZ, Elbtalgebirge.
 1875. v. HAUER, Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der österreichisch-ungarischen Monarchie.

1877. KAUFMANN, Kalkstein- und Schiefergebirge der Kantone Schwyz etc. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 14. Lieferung.
1879. MAYER-EYMAR, Das Londonian am Säntis. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1879. VACEK, Über Vorarlberger Kreide. J. R. A.
1881. MOESCH, Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebilde der Kantone Appenzell etc. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 14. Lieferung.
1884. FAVRE, Carte des anciens glaciers de la Suisse. II.
1885. BÖHM, Der Grünsand von Aachen und seine Molluskenfauna.
1885. FUGGER und KASTNER, Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg.
1887. FRECH, Die Versteinerungen der unteren Tonlager zwischen Suderode und Quedlinburg. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
- 1887—89. HOLZAPFEL, Mollusken der Aachener Kreide. Pal. 34 u. 35.
1890. MAYER-EYMAR, La faune miraculeuse du Londonien d'Appenzell. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1891. J. BÖHM, Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. Pal. 38.
1894. MOESCH, Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuß- und Kiental. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 4. Lieferung.
- 1895—96. REIS, Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geogn. Jahresh. 7 u. 8.
1898. MÜLLER, Molluskenfauna des Untersenen von Braunschweig und Ilsede. Abh. k. preuß. geol. Landesanst. Heft 25.
1898. SCHARDT, Les régions exotiques du versant Nord des Alpes suisses. Bull. soc. vaud.
- 1899—1903. WOODS, Cretaceous Lamellibranchia of England.
1900. ROTHPLETZ, Geologische Alpenforschungen. 1.
1901. IMKELLER, Die Kreidebildungen und ihre Fauna am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. Pal. 48.
1902. WEITHOFER, Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. J. R. A.
1903. DIENER, HOERNES, v. SUSS, UHLIG, Bau und Bild Österreichs.
1904. ROLLIER, Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1904. SCHLOSSER, Neue Funde von Versteinerungen der oberen Kreide in den Nordalpen. Centralbl. f. Min. etc.
1905. ARBENZ, Geologische Untersuchung des Frohnalpstockgebietes. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 18. Lieferung.
1905. BLUMER, Östlicher Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.
1905. ALB. HEIM, Das Säntisgebirge. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.
1905. ARN. HEIM, Westlicher Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.

1905. ARN. HEIM, Zur Kenntnis der Glarner Überfaltungsdecke. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
1905. ROTHPLETZ, Geologische Alpenforschungen. 2.
1905. SCHULZE, Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes. Geogn. Jahresh.
1905. WEGNER, Die Granulatenkreide des westlichen Münsterlandes. Zeitschr. deutsch. geol. Ges.
1906. BLUMER, Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1906. ARN. HEIM, Die Erscheinungen der Längszerreibungen und Abquetschung am nordschweizerischen Alpenrand. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1906. — Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.
1906. PETRASCHECK, Über Inoceramen aus der Gosau und dem Flysch der Nordalpen. J. R. A.
1906. STUCHLIK, Die Faziesentwicklung der südbayrischen Oligocänmolasse. J. R. A.
1907. ARN. HEIM, Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Ecl. Helv. 9.
1907. TORNQUIST, Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitz.-Ber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. 30.
1908. — Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908. I.

Stratigraphie.

Juraschichten

sind in meinem Gebiet anstehend nicht vorhanden. Es muß das deshalb hervorgehoben werden, weil Herr Prof. ROTHPLETZ in seinen „Geologischen Alpenforschungen, II. Teil“ p. 34 angegeben hat — worauf er mich auch persönlich noch aufmerksam gemacht hatte —, daß Juragesteinsbruchstücke ziemlich häufig im Lochgraben südlich Schwarzenberg (der nördlich am Schrattenkalksattel entlang zum Hochälpele-Joch hinaufführt) zu finden seien. Daraus ergab sich die Möglichkeit, daß hier ebenso wie in der östlich vorhandenen Vorarlberger-Allgäuer Flyschzone Juraklippen nach Art des Feuerstätter Kopfes und des Hohen Schelpen vorhanden sein könnten. Diese Vorkommen habe ich auf verschiedenen Begehungen in Begleitung von Herrn Prof. TORNQUIST gut kennen gelernt. Ähnliche Klippen habe ich aber in meinem Gebiet, trotzdem ich hierauf meine besondere Aufmerksamkeit gelenkt habe, nirgends wieder finden können. Die von ROTHPLETZ beobachteten Jurageschiebe stammen wohl alle aus den dort reich-

lich vorhandenen Moräneablagerungen, die, wie ich später zeigen werde, wohl einem diluvialen Gletscher des Tales der Bregenzer Ach entstammen; die Juragesteine könnten also wohl von dem Tithon der Canis-Fluh herrühren.

Kreideschichten.

Nur folgende Kreideschichten treten in dem hier zu betrachtenden Gebiet direkt an die Südgrenze des Flyschzuges: der Schrattenkalk, der Gault und die verschiedenen Glieder der Seewerkkreide. Allerdings finden sich auch ältere Kreideschichten innerhalb des Gebietes, z. B. an der Bezegg; doch ist eine Trennung der gesamten älteren Kreideglieder nicht durchgeführt.

Der Schrattenkalk ist nirgends in seiner Gesamtheit deutlich aufgeschlossen; dagegen ist ein bemerkenswerter Aufschluß seiner Grenze zum Gault vorhanden. An der Landstraße von Schwarzenberg nach Süden, kurz vor der Brücke über die Bregenzer Ach zeigt die oberste Schichtfläche des Schrattenkalks unregelmäßige Vertiefungen von ca. 2 cm Durchmesser und einer Tiefe von 1 cm oder mehr. Unmittelbar darüber folgen in scharfem petrographischem Wechsel feste Gaultgrünsandsteine. Ob diese Vertiefungen einer Auswaschung, oder wie es beinahe den Anschein hat, irgendwelchen Bohrmuscheln ihre Entstehung verdanken, lasse ich dahingestellt; jedenfalls muß der Schrattenkalk vor der Ablagerung des Gault schon als feste Kalkbank vorhanden gewesen sein. Daraus würde eine scharfe Unterbrechung der Sedimentation zwischen Schrattenkalk und Gault zu folgern sein.

Im Gegensatz hierzu ist durch ARN. HEIM¹ auf der gegenüberliegenden Seite des Rheintals von einigen Stellen im westlichen und mittleren Säntis ein allmählicher Übergang von Schrattenkalk in Gault beschrieben worden; die „scharfe, oft klaffende Fuge“, die er von anderen Lokalitäten des Säntisgebirges zwischen besagten Schichten erwähnt, entspricht dagegen den oben beschriebenen Verhältnissen in meinem Gebiet.

¹ ARNOLD HEIM, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. 1905. p. 339—40.

Der Gault. Glaukonitreiche, teilweise quarzitische Sandsteine, welche wegen ihrer Härte zur Straßenpflasterung und als Wetzsteine benutzt und abgebaut werden, setzen die wenig mächtige Schichtenfolge des Gault ausschließlich zusammen; die Sandsteine verwittern rostgelb und können in diesem Zustande eine große Ähnlichkeit mit gewissen Flyschsandsteinen zeigen. Diese sind dann meistens nur durch den höheren Glimmergehalt zu unterscheiden.

Diese Ähnlichkeit war schon v. RICHTHOFEN bekannt und wurde für ihn die Veranlassung eines Irrtums. Er erwähnt bei der Beschreibung der Hohenkugel südöstlich Hohenems (l. c. p. 180) „einem grünlichen, braun verwitternden, etwas glimmerhaltigen Sandstein, der zwar mancher Flyschschicht täuschend ähnlich ist, aber sicher zum Gault zu rechnen ist“.

In Wechsellagerung mit diesen Sandsteinen kommen hier aber bezeichnende Chondriten führende Schichten vor, so daß kein Zweifel über die Zugehörigkeit auch der Sandsteine zum Flysch bestehen kann, wie dies unterdessen längst erkannt worden ist.

Der Gault enthält hier und da fossilreiche Partien, die z. T. als versteinungsreiche Nester erscheinen. An der Achbrücke bei Schwarzenberg finden sich solche Fossilien: Fast genau an der Stelle, wo an der Straße selbst der Gault auf dem Schrattenkalk aufsetzt, steckt ca. 20 cm über der Grenze des ersteren unmittelbar über dem Boden ein großes *Acanthoceras* im Gestein. Außerdem fand ich dort lose Stücke mit Nestern von *Inoceramus concentricus* und ein Stück gespickt mit einem *Desmoceras*. Nördlich der Alpe Weißenfluh fand ich in zahlreichen herumliegenden verwitterten Sandsteinen *Belemnites minimus*, eine schlecht erhaltene *Rhynchonella* und zahlreiche ebensolche Gastropodensteinkerne.

Den Übergang von Gault in Seewerkreide konnte ich an einer Stelle südwestlich der Alpe Weißenfluh auf 1045 m Höhe deutlich beobachten; in einer ca. 1 m mächtigen Schicht, in welcher glaukonitreiche Knollen mit kalkreicheren helleren Partien abwechseln, vermittelt sich der Übergang zu der Seewerkreide; es ist dies die *Turrilites Bergeri*-Schicht, die ALB. HEIM überall aus dem Säntis erwähnt.

Im übrigen aber bemerkt man im Gault bereits einen

unverkennbaren Unterschied in der Ausbildung gegenüber derjenigen auf der linken Rheintalseite. Hier ist nach BLUMER¹ der untere Gault quarzreich, daher oft fast weiß, nur durch Glaukonitkörner grün gesprenkelt; weder hiervon noch von einer Echinodermenbreccie konnte ich in meinem Gebiet etwas finden.

Noch größere Unterschiede finden sich nun in der Ausbildung der Seewerkreide. Ich gebrauche absichtlich für die Gesamtheit der über dem Gault liegenden Kreidebildungen zunächst die Benennung Seewerkreide, trotzdem die Entwicklung dieser Stufe von derjenigen in der Schweiz nicht unwesentlich abweicht. Charakteristisch entwickelt sind eigentlich nur die hellen Foraminiferen-führenden Seewermergel oder Seewerschiefer.

Eine Zweiteilung in ältere, festere Seewerkalke und jüngere, weichere Seewermergel ist hier schlechterdings nicht durchführbar. Typische Seewermergel überlagern häufig den Gault; außer diesen sind aber noch andere, besonders interessante Gesteine in dem Seewerhorizonte vertreten. — Leider ist es an keiner Stelle des Kartengebietes möglich gewesen, ein Profil durch die ganze Seewerkreide aufzunehmen, oder festzustellen, in welchen verschiedenen Horizonten bestimmte Entwicklungen vorherrschen. Aus diesem Grunde ist es auch nicht möglich, in den teilweise mannigfach gefalteten Schichtenfolgen die Mächtigkeit bestimmter Zonen oder der Gesamtheit festzustellen. Außerdem sind fazielle Unterschiede, die ja auch im Gault vorhanden sind, auch hier zu erkennen. Um ein Bild von der Seewerkreide zu geben, bleibt daher nichts anderes übrig, als eine Beschreibung der einzelnen auftretenden Entwicklungsformen zu geben.

Ich habe bereits hervorgehoben, daß eine untere Abtheilung, der „Seewerkalk“ als solcher, nicht zu finden ist. Nur gelegentlich habe ich wohl zwischen hellen Foraminiferen-führenden Schichten Kalkbänke in einer Mächtigkeit von ca. 4—5 m gefunden, so mehrfach am Abhang unter der Gschwendtalpe gegen die Dornbirner Ach zu und an der „Angelika-Höhe“ direkt östlich Schwarzenberg (auf der Karte

¹ BLUMER, Östlicher Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1905. p. 526.

nicht eingezeichnet). Es ist dies ein heller, splitterig brechender, äußerst harter Kalk, der durch feinere Schichtung in Kalkschiefer übergeht, die in durchaus unregelmäßigen Stücken, nicht plattig, brechen und durch zunehmenden Tongehalt in den sofort zu besprechenden Foraminiferen-führenden Seewermergel übergehen. Diese kalkigen Gesteine enthalten gelegentlich Schwefelkieskristalle und unbestimmbare Versteinerungsreste. An der Alpe Weißenfluh aber, wo die ältesten Schichten der Seewerkreide zu sehen sind, folgt über den *Turrilites Bergeri*-Schichten sofort dünnschieferiger Seewermergel, welcher, wenigstens im südlichen Teil des Gebiets, die Hauptmasse dieser Kreidebildungen ausmacht. Er herrscht überall westlich der Gschwendtalpe vor: so bei Salzmann, bei Kehlegg, — und im östlichen Gebietsteil bei Sandgrub, ferner im Achtal südlich einer Linie Sandgrub—Büchel. Es ist dies ein grauer, ab und zu gelblich, meist sehr hell anwitternder Mergelschiefer, in dem der Tongehalt wechselt; jedenfalls ein vorwiegendes Kalkgestein. Seltener mit bloßem Auge, wohl aber bei Vergrößerung erkennt man einzelne kleine, helle Glimmerblättchen und einen auffallenden Reichtum an feinen Quarzkörnchen. Das Gestein ist von weitem an vielfach vegetationslosen Hängen durch sein leuchtendes Weiß zu erkennen; besonders auf der angewitterten Oberfläche finden sich fast stets zahlreiche dunkle, von Foraminiferen herrührende Pünktchen; auffallend sind weiter in gewissen, mehr Ton führenden, hellen Schiefen „dunklere, vielfach verästelte Flecken, welche die Gestalt von Algen haben und wohl von solchen herrühren“¹. Dieses sehr auffallende Gestein findet sich besonders in der Umgebung der Gschwendtalpe. Vereinzelt beobachtete ich — immer nur auf geringe, mehrere Meter betragende, vertikale und, wie es durchweg scheint, auch horizontale Verbreitung — Einlagerungen von schwarzem, dünnschieferigem Gestein.

Rote und grüne Mergelschiefer fand ich an einer Stelle: unterhalb der Gschwendtalpe in einem Bachriß auf 935 m Höhe. Sie bilden zusammen eine ca. 1 m mächtige Lage und gehen durch rot- und grüngefleckte Bänke ineinander über,

¹ v. RICHTHOFEN, Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. J. R. A. 1861—62. p. 173.

die im grünen Teil Glaukonit führen; gerade diese Schiefer zeigen eine auffallende Anreicherung von winzigen, hellen Glimmerblättchen und ferner die kleinen, dunklen Pünktchen. Überhaupt sind Glaukonitkörnchen häufig, und es scheint ein gutes Teil der dunklen Pünktchen auf ihre Rechnung zu setzen zu sein.

Diese sämtlichen Gesteinsarten sind besonders dort, wo sie in der Flyschzone auftreten, von zahlreichen Kalkspatadern und Rutschstreifen nach allen Richtungen durchsetzt und zeigen dadurch, daß sie durch Bewegungen in Mitleidenchaft gezogen sind; hierzu ist auch die auffallende, griffelförmige Absonderung zu rechnen, die sich besonders in der Nähe der südlich anstehenden, älteren Kreideschichten (Gault und Schrattenkalk) findet.

Was die Fossilführung betrifft, so ist es mir nicht gelungen, etwas anderes als Foraminiferen zu entdecken; besondere Erwähnung verdient eine fast 2 cm lange *Nodosaria*, die ich südöstlich der Gschwendtalpe gefunden habe. Weder Inoceramen, die nach v. RICHTHOFEN zahlreich vorkommen, noch Belemniten, noch *Ananchytes ovata*, den GÜMBEL in der Umgegend von Dornbirn gefunden hat, sind mir zu Gesicht gekommen. Herr Prof. ROTHPLETZ hatte die Liebenswürdigkeit, mir einen *Inoceramus* zu übergeben, der von Dornbirn stammt; ich habe ihn mit Vorbehalt als *I. Cripsii* bestimmt.

Pflanzenreste sind nicht selten, leider aber unbestimmbar. Abgesehen von den bereits von v. RICHTHOFEN erwähnten fand ich noch deutlich stengelige, teilweise verzweigte Gebilde, die sich wohl nicht gut anders als als Pflanzenreste deuten lassen; sie sind indessen von den Chondriten der Flyschformation auf den ersten Blick zu unterscheiden.

Eine weitere Kategorie von Gesteinen der Seewerkreide findet sich besonders auf der Ostseite des Gebietes und ist durch den Lauf der Bregenzer Ach und des Prühlbachs bei Andelsbuch vorzüglich aufgeschlossen, ferner aber auch auf der Westseite nördlich Unterriese am Westhang der Schwende; ferner steht sie in dem vom Bödele nach Osten in die Andelsbücher Talung fließenden Mühlbach an.

Es sind durchweg dunkle, sandige Kalkmergelschiefer, deren Ton-, Kalk- und Sandgehalt wechselt, die

stellenweise winzige, helle Glimmerblättchen und fast stets Schwefelkies, teils in größeren Putzen, teils feinverteilt, führen; beim Zerschlagen riechen sie teilweise bituminös. Das Gestein kann einerseits in reinen, dunklen Kalk, anderseits in den schon beschriebenen hellen Seewermergel übergehen; im Zusammenhang damit kann die Mächtigkeit der einzelnen Schichten stark wechseln. So finden sich Übergänge von dickbankigen zu ganz feinschieferigen, mehr Ton und weniger Sand führenden Partien. Andere feinschieferige Mergel entsprechen genau den oben erwähnten, dunklen Einlagerungen im Seewermergel unterhalb der Gschwendtalpe.

Auch in all diesen Gesteinen finden sich reichlich Harnische und Kalkspatadern, die in allen Richtungen durchsetzen und nach denen das Gestein auseinanderbricht, so daß die ursprüngliche Schichtung oft völlig unkenntlich wird.

In diesen dunklen Mergeln der Seewerkreide haben sich nun Fossilien gefunden; und zwar besonders an zwei Stellen:

1. am Bahneinschnitt zwischen Egg und Andelsbuch, kurz oberhalb des Haltepunkts Unterbach¹, und darunter im Tobel des Prühlbachs,
2. im Tal der Bregenzer Ach, besonders kurz unterhalb der unteren Drahtrollbahn über den Fluß in einem kleinen Bach, der links mündet; ferner oberhalb der Rollbahn am Steilabfall des rechten Achufers.

Die Kenntnis dieser letzteren Fundstätte verdanke ich Herrn Oberlehrer FESSLER in Andelsbuch, der mich selbst hinführte und der mir seine eigenen, bereits gesammelten Stücke mit größter Bereitwilligkeit zur Bestimmung mit zur Verfügung stellte. Ich spreche ihm an dieser Stelle nochmals meinen herzlichen Dank aus.

Daß an beiden Stellen dieselben Schichten aufgeschlossen sind, dafür bürgt nicht nur die Gleichheit des Gesteins, sondern dafür bürgen noch mehr die Fossilien selbst, welche dieselben Spezies darstellen. Ich werde deshalb das aus beiden in zahlreichen Begehungen gesammelte Material gemeinsam behandeln.

¹ Die Bregenzer Wald-Bahn ist auf der Karte nicht eingezeichnet.

Die Fossilien selbst sind zwar recht spärlich und meist nur als Steinkerne vorhanden; ich fand vielleicht alles in allem hundert Stück; jedoch ist die Mannigfaltigkeit verhältnismäßig groß, so daß ich immerhin 16 Spezies bestimmen konnte¹.

Es fanden sich:

1. **Baculites brevicosta* SCHLÜT.

1877—78. *Baculites brevicosta* SCHLÜT., Pal. 24. Taf. 39 Fig. 6—7.

Es liegen mir 2 Exemplare vor, welche mit den von SCHLÜTER aus den Emscher Mergeln beschriebenen ausgezeichnet übereinstimmen; aus anderen Kreideschichten ist mir diese Art bisher nicht bekannt geworden.

2. **Voluta subsemiplicata* D'ORB.

1850. *Fusus subsemiplicatus* D'ORB., Prodr. 2. 229.

1887—88. *Volutilithes subsemiplicata* HOLZAPFEL, Pal. 34. 95. Taf. 10 Fig. 1—3.

1898. *Voluta subsemiplicata* MÜLL., Abh. k. preuß. geol. Landesanst. p. 123. Taf. 16 Fig. 21.

Das eine vorliegende Stück stimmt gut mit HOLZAPFEL und MÜLLER überein, und findet sich an den von ihnen beschriebenen Lokalitäten im Untersenen.

3. *Turritella sexlineata* RÖM.

1841. *Turritella sexlineata* RÖM., Norddeutsche Kreide. p. 80. Taf. 11 Fig. 22.

1843. *Turritella sexcincta* GOLDF., Petr. Germ. 3. 107. Taf. 197 Fig. 2.

1887. *Turritella sexcincta* FRECH, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. p. 175. Taf. 16 Fig. 14—15.

1887—88. *Turritella sexlineata* HOLZAPFEL, Pal. 34. 160. Taf. 16 Fig. 24—26.

1898. *Turritella sexlineata* MÜLL., Abh. k. preuß. geol. Landesanst. p. 98. Taf. 13 Fig. 1, 2.

Das eine vorliegende Stück stimmt gut mit den betreffenden Beschreibungen überein. Nach RÖMER gehört diese Form ins Obersenen, nach FRECH ins Untersenen, nach HOLZAPFEL ins obere Untersenen und nach MÜLLER ins Untersenen; nach WEGNER² und anderen gehört sie ins Untersenen.

¹ Die Stücke befinden sich in der Sammlung der Universität Königsberg, die mit * bezeichneten in der des Herrn Oberlehrers FESSLER in Andelsbuch.

² WEGNER, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1905. p. 201.

4. *Pholas* n. sp.?

In der mir zur Verfügung stehenden Literatur konnte ich keine nur halbwegs übereinstimmende Form finden, und führe das einzige mir vorliegende Exemplar, das dazu nur in einer Klappe, und halb als Steinkern erhalten ist, daher als nova species? auf.

Diese mangelhafte Erhaltung macht eine genaue Bestimmung der Charakteristika unmöglich, so daß ich es unterlasse, das Stück als sicher bestehende neue Art, womöglich mit neuem Namen in die Literatur einzuführen. Ich begnüge mich, eine möglichst genaue Beschreibung der Form zu geben:

Die Schale ist gerundet, im Umriß oval, 9 mm lang, 4 mm hoch und stark gewölbt. Der Wirbel liegt etwas vor der Mitte; von ihm strahlen zwei stumpfe Kanten nach vorn und nach hinten aus, welche hinten ein oberes, in drei der Kante parallele Falten gelegtes Feld abtrennen. Vorn, wo die Schale teilweise erhalten ist, sieht man radiale Rippen, die bei Vergrößerung die den Pholadiden eigenen, wulstigen Anwachsstreifen zeigen, die der Schale eine gitterartige Struktur verleihen. Die Rippen selbst treten über die vordere Kante hin etwas auseinander.

5. *Tellina* cf. *strigata* GOLDF.

1843. *Tellina strigata* GOLDF., Petr. Germ. p. 234. Taf. 147 Fig. 18.

1888—89. *Tellina strigata* HOLZAPFEL, Pal. 35. 159. Taf. 11 Fig. 6—10.

Das eine vorliegende Stück stimmt einigermaßen überein mit der von GOLDFUSS beschriebenen Form; jedoch tritt bei jener die „stumpfe Kante“ an der Hinterseite weniger hervor; auch ist sie mehr in die Länge gezogen. HOLZAPFEL beschreibt diese Spezies aus dem Aachener Grünsand (= oberes Untersenon); das vorliegende Exemplar ist indes von mehr länglich gerundetem Umriß. Auch ein Vergleich mit den von HOLZAPFEL aufgezählten Synonymen¹ zeigt, daß diese

¹ 1841. *Donax subradiatus* ROEM., Kreide. p. 73. Taf. 9 Fig. 16. — 1847. *Tellina strigata* MÜLL., Monogr. 1. 27. — 1850. *Arcopagia strigata* und *subradiata* D'ORB., Prodr. 2. 235, 236. — 1871. *Palaeomoera strigata* STOL., Cret. Pelec. p. 116. — 1885. *Tellina strigata* BÖHM, Grünsand. p. 131.

durchweg eine — besonders durch das stärkere Hervortreten der stumpfen Kante und den dadurch bedingten steileren Abfall hinter derselben — mehr eckige, etwas stärker gewölbte, und außerdem weniger langgestreckte Gestalt haben als das vorliegende Exemplar. Da ich jedoch die Unterschiede für zu gering halte, als daß darauf eine neue Spezies begründet werden könnte, stelle ich dieses Stück in die Nähe der *Tellina strigota* GOLDF.

6. *Cardium productum* Sow.

1831. *Cardium productum* Sow., Trans. geol. soc. 3. 417. Taf. 39 Fig. 15.
 1843—47. *Cardium productum* D'ORB., Pal. franç. 3. Terr. crét. Lamellibr. p. 31. Taf. 247.
 1864. *Cardium productum* ZITT., Gosau-Bivalven. p. 37. Taf. 6 Fig. 1.
 1888—89. *Granocardium productum* HOLZAPFEL, Pal. 35. 179. Taf. 17 Fig. 1—5.
 1898. *Cardium productum* MÜLL., Abh. k. preuß. geol. Landesanst. p. 63. Taf. 9 Fig. 13, 14.

Es liegen mir mehrere Exemplare dieser Spezies vor, die, soweit dies ihre mangelhafte Erhaltung als Steinkerne erlaubt, mit den von den genannten Autoren beschriebenen Formen gut übereinstimmen. Die Unterschiede, welche D'ORBIGNY zur Bildung verschiedener Spezies innerhalb des Typus *Cardium productum* benützt hat, kann ich auf meine Stücke unmöglich anwenden, und fasse daher *C. productum* Sow. nur als Stammtypus auf, von dem D'ORBIGNY p. 32 schreibt, daß die Art unendlich variationsfähig sei und (p. 33): „peut très facilement faire multiplier les espèces“. Nach D'ORBIGNY gehören die sämtlichen hierher bezüglichen Arten ins Turon.

MÜLLER zitiert *C. productum* aus dem Untersenon. ZITTEL indessen gibt p. 39 an, daß keine *Cardium*-Art in der Kreide existiere, die eine gleiche ausgedehnte Verbreitung besitze, und zugleich in Schichten von so verschiedenem Alter auftrete; sie sei besonders charakteristisch für Kreidebildungen der Alpen, und reiche vom Tourtia bis ins oberste Senon von Maestricht.

Durch die Bestimmung des Fossils als *C. productum* ist demnach für die Altersbestimmung der Schichten nichts gewonnen.

7. ?*Cardita granigera* GÜMB.1861. *Cardium granigerum* GÜMB., Bayerisches Alpengebirge. p. 571.1891—92. *Cardita granigera* BÖHM, Pal. 38. p. 74—75. Taf. 3 Fig. 11.

Das eine vorliegende Stück zeigt große Übereinstimmung mit der von BÖHM aus den Gerhardsreiter- oder Götzreuter-Schichten beschriebenen Form. GÜMBEL, der sie ebendaher erwähnt, gibt nur eine ganz kurze Beschreibung und keine Abbildung, so daß ich mich für die Bestimmung der Art auf BÖHM bezogen habe. Nach GÜMBEL stehen die Götzreuter-Schichten den oberen Gosau-Schichten gleich, gehören also ins Oberturon; dies ist auch BÖHM'S Ansicht. REIS¹ hingegen kommt auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen zu dem Resultat, daß sie den Maestricht-Schichten gleichzustellen, also dem obersten Senon zuzurechnen seien. Also auch dieses Fossil bietet keine Anhaltspunkte zur genaueren Altersbestimmung der Schichten.

8. **Trigonia* cf. *scabra* LAM.

Ob das einzige vorliegende Exemplar, das außerordentlich schlecht erhalten ist, wirklich zu *Trigonia scabra* LAM. gehört, ist nicht bestimmt zu entscheiden; jedenfalls gehört es zu diesem Typus.

9. *Trigonoarca* cf. *Trichinopolitensis* FORB.1846. *Arca trichinopolitensis* FORB., Trans. geol. soc. 7. 150. Taf. 15 Fig. 16.1871. *Trigonoarca trichinopolitensis* STOL., Palaeont. Indica. ser. VI. Cret. Pelecypoda. p. 353. Taf. 18 Fig. 12, 14; Taf. 19 Fig. 2, 3 u. Taf. 20 Fig. 2, 8, 9, 10.

Das einzige, in beiden Schalen vorliegende Stück zeigt gute Übereinstimmung besonders mit STOLICZKA'S Beschreibung. Es ist davon nur durch den äußerst stark hervortretenden Kiel und den anscheinend etwas kürzeren Schloßrand verschieden, und hat hierdurch einen mehr dreiseitigen Umriß.

¹ REIS, Geognostische Jahreshfte. 8. 1896.

10. *Inoceramus salisburgensis* FUGG. et KASTN. (Taf. II).

1885. *Inoceramus salisburgensis* FUGG. et KASTN., Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. p. 62 ff. u. Abbild.

1906. *Inoceramus salisburgensis* PETRASCH., J. R. A. p. 164 ff. u. Textabbild.

Die verschiedenen, fast nur in Bruchstücken vorliegenden Exemplare zeigen, soweit ihre Erhaltung diese Beurteilung zuläßt, die Charakteristika, die FUGGER und KASTNER zur Aufstellung dieser neuen Art verwendet haben. Gute Übereinstimmung zeigen sie ferner mit PETRASCHECK'S Beschreibung und Abbildung.

11. ?*Inoceramus* sp.

Ich konnte in der mir zur Verfügung stehenden Literatur nichts den 5 mir vorliegenden Exemplaren entsprechendes finden, und gebe daher eine kurze Beschreibung. Die Form ist ca. 13 mm hoch, und wird — von vorn nach hinten gemessen —, bis 17 mm lang, ist im Umriß kreisförmig, unregelmäßig konzentrisch gefaltet und flach. Das Auffallende ist, daß auf jeder Schale 1—2 unregelmäßige, lange, ca. 1 mm breite — auf den ersten Blick eine aufsitzende *Serpula* vortäuschende — Wülste quer verlaufen, und zwar bald grad, bald krumm; ihre Hauptrichtung ist stets schief, nicht horizontal. — Ob es sich hierbei um einen pathologischen Zustand handelt, oder ob diese Wülste das normale Charakteristikum einer neuen Spezies bilden, ist nicht zu entscheiden. Auch sind die sonstigen Eigenschaften zu wenig ausgeprägt, um eine neue Spezies zu schaffen.

12. **Pecten virgatus* NILSS.

1827. *Pecten virgatus* NILSS., Petrificata Suecana. p. 22. Taf. 9 Fig. 15.

1836. *Pecten arcuatus* GOLDF., Petr. Germ. 2. 50. Taf. 91 Fig. 5.

1844. *Pecten virgatus* D'ORB., Pal. franç. 3. 602. Taf. 484 Fig. 7—10.

1864. *Pecten virgatus* v. ZITT., Gosau-Bivalven. p. 109. Taf. 17 Fig. 8.

1871. *Pecten curvatus* STOL., Cret. Pelecyp. of S. India. p. 433. Taf. 41 Fig. 4—6.

1875. *Pecten curvatus* GEIN., Elbtalgebirge. 1. 193. Taf. 43 Fig. 15.

1885. *Pecten curvatus* BÖHM, Grünsand. p. 78.

1887. *Pecten curvatus* FRECH, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. p. 155. Taf. 19 Fig. 18.

1888—89. *Pecten curvatus* HOLZAPFEL, Pal. 35. 229. Taf. 26 Fig. 7—9.

Die zwei vorliegenden Exemplare stimmen gut mit sämtlichen Beschreibungen überein. — Leider besitzt diese Form, wie HOLZAPFEL p. 220 sagt, eine große vertikale Verbreitung, indem sie vom Cenoman bis ins Danien reicht.

13. **Vola inter striatocostata* GOLDF. et *quinquecostata* Sow.

Ich habe die sämtliche auf die hierhergehörigen Volen bezügliche Literatur durchsucht, ohne auch nur eine Beschreibung zu finden, die genau auf das vorliegende Exemplar stimmen würde. — Die vorliegende Form ist hochgewölbt; zwischen je 2 der 6 Hauptrippen, die auf jeder Seite einen Längsstreifen tragen, verlaufen 2 Zwischenrippen; auf diesen letzteren ist eine Längsfurche zu sehen. Gegen die Seite zu werden die Zwischenrippen undeutlich und lösen sich mehr in eine vielfache radiale Streifung auf. — Außerdem läßt sich dort, wo die Schale erhalten ist, eine feine konzentrische Streifung erkennen.

Zu *Vola striatocostata* GOLDF. selbst kann die Form nicht gestellt werden, da die Zwischenrippen zu regelmäßig sind, obwohl hierfür anderseits die Furche auf den Zwischenrippen sprechen würde. Zu *V. quinquecostata* Sow. kann sie deshalb nicht gerechnet werden, weil nur 2 (statt 4) Zwischenrippen vorhanden sind; anderseits könnte man die Längsstreifen an den Hauptrippen als den 2 äußeren von 4 Zwischenrippen entsprechend auffassen.

Ich stelle daher die Form zwischen die beiden genannten Spezies, da sie meines Erachtens recht wohl als ein Mittelglied zwischen beiden aufgefaßt werden kann. In Europa scheinen die hierhergehörigen Formen nur im Untersenon vorzukommen.

14. **Vola quadricostata* Sow.

Die vorliegende Form stimmt gut mit der von SOWERBY und den übrigen Autoren überein.

Diese beiden zuletzt beschriebenen Formen sprechen für die Zugehörigkeit der betreffenden Schichten zum Untersenon.

Anderseits muß in Betracht gezogen werden, was STOLICZKA mit Bezug auf das Vorkommen dieser Formen wenigstens in Indien bemerkt; er hebt p. 438 hervor, daß die verschiedenen zu *V. quinquecostata* und *quadricostata* zu rechnenden Formen („variations“) weder an bestimmte Lokalitäten, noch an bestimmte („distinct“) Kreideschichten gebunden sind, „they occur without any rule one among the other“. Und auch aus den vielen verschiedenen Ansichten über Spezieseinteilung der hierhergehörigen *Vola*-Arten in der deutschen Literatur geht hervor, daß man noch nicht darüber einig ist, welche der heute unterschiedenen Spezies zu Recht bestehen, geschweige denn, welche davon als leitend für bestimmte Schichten aufgefaßt werden können.

15. *Ostrea armata* Sow.

1840. *Ostrea armata* GOLDF., Petr. Germ. Taf. 73 Fig. 3.

1847. *Ostrea armata* MÜLL., Monographie. 1. 19.

1888—89. *Ostrea armata* HOLZAPFEL, Pal. 35. 253. Taf. 28 Fig. 1, 2.

Mehrere mir vorliegende Exemplare zeigen eine vollkommene Übereinstimmung mit dieser Art. Nach HOLZAPFEL findet sie sich im oberen Untersenen.

16. *Gryphaea vesicularis* LAM.

1886. *Ostrea vesicularis* LAM., Ann. Mus. 8. Taf. 22 Fig. 3.

1869. *Ostrea vesicularis* Coq., Monographie du genre *Ostrea*. p. 35. Taf. 13 Fig. 2—10.

Es liegen mir ca. 12 Exemplare vor. Diese Form spricht für Senon bzw. Obersenen.

Außerdem fanden sich an unbestimmbaren Resten: zahlreiche Ostreen, offenbar verschiedenen Spezies angehörig, Gastropodensteinkerne (*Turritella?*), ein Lannidenzahn, ein Ammonit, ein Seeigel (*Micraster?*), *Cerithium*, *Natica*, *Astarte*, *Nucula*, *Leda*, Bryozoen und *Serpula*.

Auf Grund dieser Fossilien stelle ich die Schichten, wenigstens der Hauptsache nach, ins Senon, wobei ich unentschieden lasse, ob ins obere oder ins untere, oder ob sie das ganze Senon darstellen. — Wahrscheinlich gehören sie ins Untersenen.

Einen weiteren Anhaltspunkt für das stratigraphische Verhältnis der verschiedenen Ablagerungen der Seewerkreide ergibt sich vielleicht aus der Art der Verteilung ihrer Schichten in dem Gebiet.

Man findet, wie bereits hervorgehoben, daß die Seewermergel fast durchweg auf den südlichen Teil des Auftretens der Seewerkreide beschränkt sind, während anderseits die dunklen, fossilführenden Mergel im nördlichen Teil vorwalten; bei dem durchschnittlich südlichen Einfallen der Schichten wäre man daher leicht geneigt, den dunklen Mergeln eine tiefere Lage in der Seewerkreide zuzuweisen, und sie werden auch in der Tat nördlich Unterriese von hellen Seewermergeln in einer Mächtigkeit von ca. 30 m überlagert. Anderseits können die hellen Seewermergel aber auch den tiefsten Horizont der Stufe einnehmen, wie aus dem bereits mehrfach erwähnten Aufschluß der *Turrilites Bergeri*-Schichten bei der Alpe Weißenfluh hervorgeht.

Ferner läßt sich auf der Erhebung 1376 m südöstlich der Gschwendtalpe die unmittelbare Auflagerung von Flysch konkordant auf helle Seewermergel beobachten, die also hier wiederum das jüngste Glied der Kreide bilden, ohne daß hier irgendwo dunkle Mergel zu bemerken wären; erst weiter unten finden sich die oben beschriebenen, vereinzelt, dunklen Mergel­einlagerungen in Seewermergel.

Soll man nun annehmen, daß die hellen Seewermergel eine älteste und eine jüngste Abteilung der Seewerkreide bilden, und daß dazwischen die versteinierungsführenden Schichten auftreten, oder daß die letzteren nur eine fazielle Einlagerung in verschiedenen Horizonten der weißen Seewermergel bilden, ohne darin eine bestimmte Altersstufe einzunehmen?

Zur Beantwortung dieser Fragen ist es von Wichtigkeit, festzustellen, ob entsprechende Einlagerungen in der Seewerkreide auch aus anderen Gebieten bekannt sind.

Herr Prof. TORNQUIST hat mich nun darauf aufmerksam gemacht, daß die dunklen, versteinierungsführenden Mergel vielleicht mit den sogen. Wangschichten in der Schweiz in Beziehung zu bringen seien. Während aber diese Wangschichten in der Schweiz nur an der obersten Grenze der

Seewerkreide vorkommen und den Übergang zum ältesten Eocän bilden sollen, ergibt sich aus dem Vorstehenden, daß die dunklen Mergel im Bregenzer Wald nicht den höchsten Horizont bilden, sondern, wie bei Unterriese, noch von einem nennenswerten Komplex weißer Seewermergel überlagert werden.

In petrographischer Beziehung passen die Beschreibungen der Wangschichten nun in auffallender Weise auf unsere dunklen, fossilführenden Mergel. KAUFMANN¹ zitiert die Charakterisierung der Wangschichten durch ESCHER, der sie zuerst ausgeschieden hat und sie zum Danien rechnet: „Schwärzlichgraue, rauhfächige Kalkschiefer“, und faßt dann selbst sein Urteil folgendermaßen zusammen (l. c. p. 66): „Der Wangschiefer ist somit ein äußerst feinkörniger, kalk- und tonhaltiger, durch bituminöse Teilchen geschwärtzter Sandstein mit wenigen Glaukonitkörnchen und fein verteiltem Schwefel-eisen;“ die Mächtigkeit beträgt nach ihm ca. 100 m. VACEK², der die Wangschichten auch im südwestlichen Gebiet der Vorarlberger Kreide wiedererkennt und sie allerdings mit KAUFMANN ins Eocän verlegt, beschreibt sie als einen Komplex von schwärzlichgrauem, sandigem, stellenweise mergeligem Schiefer mit vielen kleinen Glimmerblättchen. Wenn nun schon diese Beschreibungen auffallend auf meine dunklen Mergel stimmen, so ist auch in bezug auf die aus den Wangschichten zitierten Fossilien eine gewisse Übereinstimmung zu ersehen. Zunächst sind es Inoceramenreste, die sowohl ESCHER³ als auch VACEK (l. c.) und MÖSCH⁴ aus den Wangschichten aufzählen; verhältnismäßig häufig sind nun auch in den kalkigeren Schichten meiner dunklen Mergel große, meist zerbrochene und verdrückte Schalen von *Inoceramus salisburgensis* FUGG.

KAUFMANN (l. c.) stellt auf Grund von Nummuliten, Inoceramen, Belemniten und anderen Versteinerungen, die darin gefunden worden sind, die Wangschichten gewissermaßen als ein Mittelding zwischen Kreide und Tertiär hin und vergleicht

¹ KAUFMANN, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1877. p. 52.

² VACEK, J. R. A. 1879. p. 699.

³ KAUFMANN, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1877.

⁴ MÖSCH, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1887. p. 29.

sie mit dem Garumnien. An der Richtigkeit der Angaben über Nummulitenfunde wurde dann wieder gezweifelt¹, so daß man besonders mit Rücksicht auf die Belemniten diese Schichtenfolge wohl der Kreide zuzurechnen hat.

Ich möchte ferner noch eine weitere zwischen Kreide und Tertiär zu stellende Schicht erwähnen, die durch MAYER-EYMAR² in der Schweiz bekannt geworden ist, das Londinien, welches vielleicht in eine gewisse Beziehung zu den Wangschichten zu bringen ist. Auch darin sollen sich nach MAYER-EYMAR Versteinerungen mit Kreidetypus in Vergesellschaftung mit eocänen Formen gefunden haben. Diese Beobachtung hat allerdings meines Wissens von anderer Seite keine Bestätigung gefunden.

Die stratigraphische Identität meiner dunklen Mergel mit den Wangschichten kann demnach nicht erwiesen werden, wenn auch beide eine sehr ähnliche Fazies der oberen Kreide darstellen mögen.

Größer ist die Übereinstimmung mit einer Anzahl oberbayerischer Kreideablagerungen. Es sind dies die Vorkommen der Götzreutermergel bei Siegsdorf und Stallau bei Tölz; ferner der Zementmergel des Eibergs bei Kufstein, der Nierentalmergel von Untersberg und Siegsdorf, Pattenauermergel vom Pattenauer Stollen am Kressenberg und von Stallau bei Tölz, und der Kreidemergel von Siegishofen. Diese sind teils von J. BÖHM³, teils von REIS⁴, teils von IMKELLER⁵, teils von SCHLOSSER⁶ beschrieben worden und sämtliche fast von allen obigen übereinstimmend ins Senon gestellt worden. Ich habe mir das aus diesen Vorkommen in München aufbewahrte Material besehen. Während meines dortigen Aufenthalts waren Herr Dr. BROILI und ganz besonders Herr Prof. Dr. ROTH-PLETZ persönlich bemüht, mir dasselbe zugänglich zu machen; ich spreche hiermit den beiden genannten Herrn für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen meinen allerbesten Dank aus.

¹ ARBENZ, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1905. (Frohnalpstock.)

² MAYER-EYMAR, Das Londinian am Säntis. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich. 1879; — La faune miraculeuse du Londinien d'Appenzell. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 1890.

³ J. BÖHM, Pal. 38. 1 ff.

⁴ O. REIS, Geogn. Jahresh. 7 u. 8. 1895 u. 1896.

⁵ IMKELLER, Pal. 1901.

⁶ SCHLOSSER, Zentralbl. f. Geol. 1904. p. 654 ff.

Ich habe gefunden, daß die Übereinstimmung im Gestein z. B. der Götzreutermergel vom Schellenbachgraben und von Stallau, dann der Nierentalmergel, soweit sie nicht rot sind, der Pattenauer Mergel, der Siegishofener Mergel und ganz besonders der Zementmergel vom Eiberg bei Kufstein eine sehr große ist; auch im Götzreutermergel findet sich *I. salisburgensis*; in den Nierentalmergeln erinnert das häufige Vorkommen von Austern an meine dunklen Mergel; in den Pattenauer Mergeln findet sich *I. cripsii* in zahlreichen Stücken.

Kurz, alles in allem, zeigen einzelne Stücke aus den genannten Vorkommen in Fauna und in Gesteinscharakter eine geradezu auffallende Ähnlichkeit mit den dunklen Kreidemergeln in meinem Gebiet. — Eine genaue Gleichstellung kann jedoch auch hier nicht durchgeführt werden; immerhin aber scheint die Auffassung berechtigt, daß in den dunklen Kreidemergeln des Bregenzer Waldes ein Übergang von der im ganzen gleichmäßig ausgebildeten oberen Kreide der Schweiz, des Seewerkalks und des Seewermergels, zu der faziesreichen Entwicklung in Südbayern und weiterhin östlich vorliegt.

Die Grenze zwischen Kreide und Flysch. Mir ist in meinem Gebiet eine einzige Stelle bekannt, an welcher eine normale Überlagerung beider Formationen stattfindet; es ist dies beim Flyschvorkommen südöstlich der Gschwendtalpe: über typischen, hellen Seewermergeln mit dunklen Pünktchen lagern an der nördlichen Seite, getrennt durch eine sandige, bräunliche, glimmerreiche, ca. 1 m mächtige Schicht, die kleine Schieferbruchstückchen führt, unmittelbar chondritenführende, helle Flyschmergel. Ebenso läßt sich an der Südseite des der Kreide eingefalteten Flyschfetzens diese Auflagerung, die hier allerdings infolge Überkipfung eine umgekehrte ist, wenn auch etwas weniger deutlich, beobachten: Unter einer kleinen Bodenwelle von Seewermergel verschwinden sandige Flyschschiefer.

Es ist also hier die Grenze zwischen beiden Formationen recht scharf im Gegensatz zur westlichen Seite des Rheintals, wo der Übergang ein allmählicher und undeutlicher ist (cf. HEIM, BLUMER u. a.). An allen anderen Stellen des Karten-

gebietes, an denen Flysch auf Kreide folgt, ist die Grenze, trotzdem Flysch auf der Kreide liegt, keine normale, sondern durch tektonische Vorgänge bedingt.

Tertiär.

Nummulitengesteine sind in meinem Gebiet anstehend nicht vorhanden; ich kenne sie nur als Blöcke glazialer Herkunft.

Der Flysch.

Die außerordentlich mannigfaltige Gesteinsfolge des Flysch ist aus den Nachbargebieten schon mehrfach beschrieben worden; fast alle Gesteinsausbildungen finden sich auch im nördlichen Flyschzug des Bregenzer Waldes. TORNQUIST¹ hat in seiner Arbeit die im Flysch auftretenden Gesteinsarten in ursprüngliche und in metamorphe eingeteilt: ich behandle die Gesteine im Anschluß an die von ihm aufgestellte Reihenfolge.

Konglomerate finden sich im Flysch in großer Mannigfaltigkeit und offenbar in verschiedenen Horizonten, sind aber in ihrem Auftreten und in ihrer Ausbildung sehr wenig konstant. Am auffallendsten sind die Urgebirgskonglomerate, wie ich sie anstehend im Prühlbach nordöstlich Andelsbuch und in anderer Ausbildung südlich der Dornbirner Ach (allerdings eigentlich außerhalb meines Kartengebietes) nahe beim Gütle beobachtet habe; sonst habe ich sie an verschiedenen Punkten in einzelnen Blöcken gefunden, so besonders südlich des Hochälpele in der Umgebung der Gschwendtalpe. Die sämtlichen mir bekannten Urgebirgskonglomerate sind kalkarm oder ganz kalkfrei. Die Bestandteile, deren Größe außerordentlich wechselt, sind verschiedene mehr oder weniger gerundete Urgebirgsgesteine, stellenweise besonders Quarz; je nach dem Zusammentreten der einzelnen Bestandteile, besonders nach dem verschieden starken Vorwiegen der Quarzstücke kann das Gestein einen sehr verschiedenen Habitus annehmen. In einem fast nur aus hellem und gefärbtem Quarz bestehenden, feinkörnigen Flyschkonglomerat, das an der Dornbirner Ach gebrochen wird, fand ich ein Stück der Prismenschicht einer

¹ TORNQUIST, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908. I.

dickschaligen Muschel, vielleicht eines *Inoceramus*. Ob dieses eingeschwemmt ist oder einem im Flyschmeer lebenden Tier entstammt, ist natürlich nicht zu entscheiden und bei dem Mangel an charakteristischen Merkmalen, die eine sichere Bestimmung ermöglichen könnten, auch gar nicht wesentlich.

Mehrfach wechsellagernd mit diesen Konglomeraten tritt im Prühlbach ein grüner Quarzit auf, dessen langsames Übergehen in Urgebirgskonglomerat an einem Handstücke zu beobachten ist; gerade hier sind die Konglomerate teilweise stark druckmetamorph.

Der Flyschsandstein ist im allgemeinen grau, oft mit einem Stich ins grüne, glimmerführend, von verschiedener Korngröße, braun verwitternd und so stellenweise sehr gaultähnlich. Er ist im Kartengebiet sehr verbreitet und nimmt hervorragenden Anteil am Aufbau des Hochälpele, teils als grobgeschichteter massiver Fels, teils dünnschichtiger, unregelmäßig zerklüftend und mit dunklen, oft blauen, oft grünlichen Mergeln und Tonen mit Chondriten wechsellagernd; so besonders auf dem ganzen Rücken der Schwende und am Südostabfall des Hochälpele. In diesen Schichten finden sich auch Toneisensteinkonkretionen.

Diesen vorwiegend sandigen Gesteinen stehen diejenigen von kalkig-mergeligem Typus gegenüber; es sind dies die bekannten hellen, von feineren mergeligen und tonigen Schiefern unterbrochenen bankigen chondritenführenden Kalkmergel, welche stellenweise — von dunklerer grauer Farbe — senkrecht zur Schichtfläche splitterig verwittern und dabei braun werden (s. Fig. 1 auf p. 32). Von untergeordneter Form sind verschiedene Ausbildungen des Mergels z. B. als unregelmäßig brechendes, chondritenführendes, dann als ganz dünnschieferiges, helles Gestein, das dann oft von Kreidebildungen nur sehr schwer zu unterscheiden ist und sehr spärlich Chondriten führt. Auch brauner glimmer- und sandreicher Mergel ist mir von einer Stelle in der Nähe des neuen Weges Dornbirn—Bödele auf ca. 880 m Höhe bekannt¹.

Schließlich ist noch grauer quarzitischer Flysch mit spärlichen Chondriten zu erwähnen; dieser stellt einen

¹ Auf der Karte nicht eingezeichnet.

metamorphen Mergelkalk dar. Er findet sich besonders an der Bregenzer Ach, im Prühlbach bei Andelsbuch und ferner in dem Tobel südlich Kehlegg.

Über die Altersreihenfolge dieser Flyschschichten ist bis jetzt noch wenig bekannt; bei der verhältnismäßig einfachen Lagerung des Flysch am Hochälpele läßt sich eine große Gesetzmäßigkeit in der Verbreitung der einzelnen Gesteine in gewissen Horizonten feststellen. Wie später näher

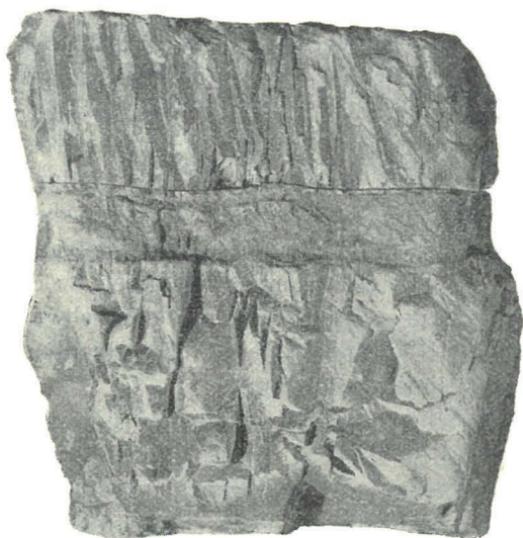


Fig. 1.

ausgeführt werden soll, bildet der Flysch des Hochälpele eine Mulde, so daß unterhalb der Schwende seine ältesten Schichten auftreten, die jüngeren dagegen die Gipfelpartie des Hochälpele bilden.

Über der Kreide folgen — meist getrennt durch eine später zu besprechende Dislokationsbreccie, die aus Resten von teilweise Urgebirgskonglomerat führenden Flyschschichten besteht —, in den meisten Fällen chondritenführende Mergelkalle mit schieferigen und teilweise fein- und grobsandigen dünnen Zwischenlagen. Es finden sich gerade in diesen Schichten öfters die schon erwähnten, splitterig anwitternden

Mergelkalklagen und es lassen sich hier die meisten und schönsten Chondriten sammeln (z. B. in dem Tobel oberhalb Unterriese an einem Punkt, der sich in der Karte direkt unter der zweiten Hälfte des Wortes „Unterriese“ befindet). Die Mächtigkeit kann nicht angegeben werden, da nicht anzunehmen ist, daß dieser Komplex in vollkommener Ausbildung aufgelagert. Es kann ein Teil der unteren Schichten fehlen, was besonders dadurch wahrscheinlich gemacht ist, daß an anderer Stelle (südlich des Hochälpele) die nächst jüngeren Flyschschichten auf der Kreide aufruhen. Dieser nächst jüngere auf die Mergelkalke folgende Horizont besteht aus sandigen Schichten mit dunklen, mergeligen und tonigen Schieferlagen mit Chondriten in einer Mächtigkeit von schätzungsweise 250 m.

Darüber liegt eine zweite Zone kalkig-mergeliger Gesteine. Es sind dies helle, teils unregelmäßig schieferige kreibemergelähnliche, teils bankig-plattig brechende Mergelkalke mit dünnenschichtigen Tonzwischenlagen; diese letzteren brechen oft ausgezeichnet in durchaus rechteckig begrenzten langgestreckten Stücken. Auch hier finden sich schöne, zahlreiche Chondriten. Die Mächtigkeit dieser Schichtenfolge beträgt ungefähr 90 m. Man findet sie am Westabfall des Hochälpele und insbesondere schön aufgeschlossen sind sie unmittelbar westnordwestlich des Hochälpelekopfes. Der steile Absturz nach Westen mit den hellen, deutlich gebankten Schichten ist von weitem (z. B. von Dornbirn aus) zu sehen.

Nach oben abgeschlossen ist der Flysch durch eine annähernd 100 m mächtige Folge von dickbankigen Sandsteinen, die großenteils den Steilabsturz am Westhang bilden und deren Schutt teils infolge von Bergstürzen, teils durch Gletscherttransport den ganzen dichtbewaldeten Hang weithin bedeckt.

Diese Reihenfolge steht in auffallender Weise in Übereinstimmung mit den Beobachtungen, die schon lange vorher gewiegte Alpenforscher gemacht hatten. Es ist dies einerseits EMMRICH¹, der in der Gegend zwischen Salzach und Inntal in der Fucoidenformation einen älteren und einen jüngeren Sandsteinkomplex unterscheidet, getrennt durch Mergelkalke,

¹ EMMRICH, Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bayrischen und den angrenzenden österreichischen Alpen. J. R. A. 1851. p. 20.

anderseits ROTHPLETZ, der in seinen geologischen Alpenforschungen¹ p. 24 schreibt: „Es ist bei späteren genaueren geologischen Aufnahmen immerhin im Auge zu behalten, ob diese Sandsteine nicht vielleicht einen höheren Horizont des Flysches bezeichnen.“

Jüngere Schichten als diese Sandsteine sind am Hochälpele jedenfalls nicht mehr vorhanden. Es ist daher auch der für die Mächtigkeit der oberen Sandsteine angegebene Wert nicht als ein absolut feststehender, sondern nur die lokale Entwicklung charakterisierender aufzufassen. Die Möglichkeit, welche v. RICHTHOFEN² p. 201 angedeutet hat, daß sich die obere Grenze des Flysch gegen die Molasse in der Schlucht der Bregenzer Ach bei Egg erörtern lassen werde, besteht somit leider nicht. Auch hier ist ein stratigraphisches Grenzgebilde zwischen Flysch und Molasse nicht vorhanden. Die Grenze zwischen beiden Formationen ist wie auch anderswo eine tektonische.

Außer am Hochälpele finden sich Flyschschichten von ganz anderem Charakter im Prühlbach nordöstlich Andelsbuch und in der Schlucht der Bregenzer Ach. An ersterer Lokalität sind es besonders metamorphe, helle, quarzitische Lagen mit Chondriten, ferner grüne Quarzite und Urgebirgskonglomerate. Auch in der Bregenzer Ach finden sich dieselben Schichten wieder. Diese beiden letzteren Vorkommen werde ich im tektonischen Teil ausführlicher besprechen.

Die Molasse.

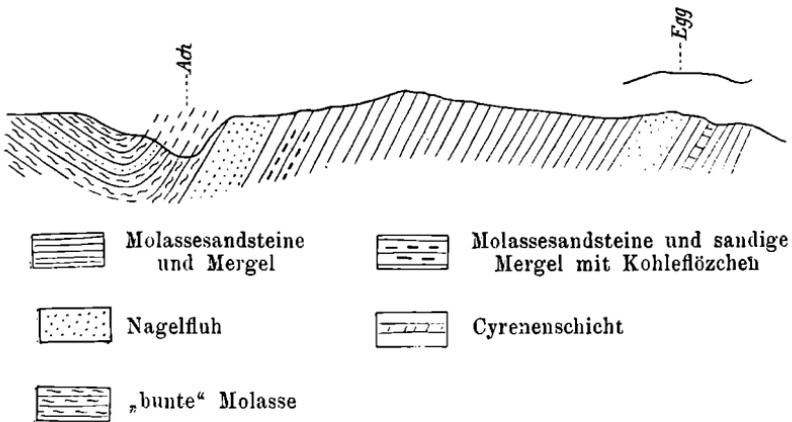
(Siehe Profil 3.)

Nur ein kleiner Teil der breiten Molassezone ist in das Kartengebiet einbezogen. Die Molasse bildet hier die nördliche Begrenzung vom Gaiskopf nach Egg zu. Die auftretenden Schichten sind Nagelfluh, Sandsteine und Mergel, und zwar die beiden letzteren in ungeheurer Mannigfaltigkeit; alle drei sind untereinander durch Übergänge verbunden. Für die vorliegende Untersuchung interessiert es nur, die an die Flyschzone angrenzenden Molasseschichten kennen zu lernen,

¹ ROTHPLETZ, München 1900.

² v. RICHTHOFEN, V. R. A. 1857.

welche jedenfalls dem äußersten Südrand des Molassezuges angehören. Bei Egg entblößt die Bregenzer Ach folgende Schichten: Die ältesten hier auftretenden Gesteine sind nordfallende, hellgraue, glimmerige, feste, dünn-schichtige Sandsteine mit Kohlespuren, Wellenfurchen, Wurm-kriechspuren und anderen merkwürdigen wulstigen Figuren, die man schon unter dem Namen von Fließformen zusammengefaßt hat, die aber z. T. noch einer Erklärung harren. Ich fand in solchen, in ungefähr 6 mm dicken Platten brechenden Sandsteinen einzelne senkrecht durch die Schichtung durchsetzende, rund-



Profil 3. Maßstab 1 : 4500.

liche Vertiefungen, wie von einem Regentropfen herrührend, die auf der unteren Schichtfläche eine Erhöhung von ca. 3—4 mm Durchmesser bilden. Schleift man ein derartiges Gebilde senkrecht, so sieht man, daß einzelne Sandpartikelchen trichterförmig angeordnet hindurchsetzen; und in einem Horizontalschliff sieht man diese Partikelchen kreisförmig angeordnet. Diese Gebilde werden also wohl die Röhren irgendwelcher Sandwürmer, wie sie ähnlich auch heute noch vorkommen, darstellen. Nördlich, d. h. über diesen Sandsteinen, folgt nun eine ca. 2 m mächtige, graue, bröckelige, sandige Mergelschicht, die gespickt ist mit meist verkiesten Schalen von Cyrenen, die ich als *Cyrena subarata* SCHLOTH. bestimmt habe. Dieses Fossil spricht jedenfalls für Oberoligocän und wir haben in diesem Cyrenenmergel ohne Zweifel das Äquivalent

der Cyrenenschichten GÜMBEL'S, die nach diesem¹ sich vom Peißenberg aus gegen Westen mehr und mehr verlieren und ganz von der darüber folgenden „bunten Molasse“ verdrängt werden.

Auf diese folgen dann wieder wenige Meter Sandsteine und dann die erste, ca. 40 m mächtige Nagelfluhbank, auf deren steilen, nordfallenden Schichten bei Egg die Eisenbrücke über die Ach führt; diese werden überlagert von Sandsteinen und roten Mergeln in einer Mächtigkeit von ca. 250 m. Diese Sandsteine führen stellenweise Pechkohlenflözchen, die rasch auskeilen. Nunmehr folgt eine zweite, ca. 40 m mächtige Nagelfluhzone, die der Fluß erst durchbricht und der entlang er dann fast rein westlich fließt, und darüber, bald synklinal umbiegend (d. h. südlich fallend), in bunter Reihenfolge weiche, graue, mergelige Sandsteine mit Kohlespuren und Pflanzenversteinerungen², ferner Mergel von allen Farben: hellgrün, bläulich, violett, rot, buntgefleckt, dazwischen meist helle, weiße bis gelbe und grünliche Sandsteine und Nagelfluhbänke. Über dem Eisenbahnviadukt, kurz unterhalb Egg, sind diese Schichten in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen, und das überaus bunte Bild, das sie geben, läßt uns darüber nicht im Zweifel, daß wir es hier mit bunter Molasse, die der roten Molasse oder dem Aquitanien entspricht, also oberoligocänes Alter besitzt, zu tun haben.

In einer neueren Arbeit hat nun ROLLIER³ des näheren ausgeführt, daß Nagelfluh einzig und allein in der miocänen Molasse vorkommen soll (p. 165), das Aquitanien oder die rote bzw. bunte Molasse, die das Endglied der oligocänen Molasse bildet, soll davon gänzlich frei sein; er bezieht sich hierbei speziell auf die Verhältnisse im Bregenzer Wald. Kurz

¹ GÜMBEL, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges. 1861. p. 689.

² Vor dem Beginn der Durchbohrung des südlichsten Molassezuges, die den Bogen der Ach bei Egg abschneiden und die Kraft einem Elektrizitätswerk zuführen soll, lag dort ein mächtiger fossiler Baumstumpf, allerdings sehr schlecht erhalten; ferner fand ich dort mehrere schlecht erhaltene Blatabdrücke.

³ ROLLIER, Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, 1904.

darauf aber sagt er von den älteren Oligocänschichten, d. i. den Ralligsandsteinen, Biltenbachschichten etc., daß auch hier Nagelfluhschichten „so gut wie unbekannt“ seien. Dies ist zweifelsohne schon ein kleiner Widerspruch: aus dem Profil bei Egg aber geht jedenfalls klar hervor, daß Nagelfluhbänke tatsächlich in der bunten Molasse, d. h. dem Aquitanien, vorhanden sind, und zwar zum mindesten schon in seinen ältesten Schichten, wenn die beiden erwähnten, mächtigen Nagelfluhbänke nicht sogar noch älter als aquitanisch sind. Auf der Karte sind mit Rücksicht darauf, daß einzelne Nagelfluhbänke auf ganz kurze Entfernung hin auskeilen, nur solche von bedeutender Mächtigkeit wie die bei Egg eingetragen.

Diluvium und Alluvium.

Moränen finden sich in meinem Gebiet, wie ein Blick auf die Karte zeigt, in großer Verbreitung, wie denn überhaupt die diluviale Bedeckung in ihrer mächtigen Ausbreitung der Beobachtung außerordentliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Besonders Grundmoränen finden sich sehr häufig. Im westlichen Gebiet trifft man am Abfall gegen das Rheintal hin Moränen, die vom Rheintalgletscher abgelagert sind; sie lassen sich aber nur auf eine geringe Höhe verfolgen, im allgemeinen nicht höher als bis auf 950 m und bilden meist Gürtel um die Erhebungen, unterhalb und oberhalb deren das ursprüngliche Gestein ansteht. Sie müssen stellenweise ursprünglich noch höher hinauf gereicht haben, mögen aber teils der Erosion zum Opfer gefallen sein, teils sind sie von Bergstürzen aus Flyschsandsteinmaterial bedeckt. Anders nördlich der Schwende: Hier zieht sich Moräne bis hinauf über das Bödele, und in den Tiefen der Bacheinrisse treffen wir allenthalben Grundmoräne. Im Norden bedeckt Moräne alle Hänge, und nur in den tiefen Schluchten kommt Molasse zum Vorschein. Das Bödele selbst ist völlig von Moräne übergossen, die sich in breitem Strom nach dem Andelsbacher Talboden hinzieht. Wie eine Insel ragt aus ihr der Gaiskopf hervor; anderseits sind im Bachbett des Mühlbachs, wie schon erwähnt, stellenweise nordfallende Molasse und weiter unten die Kreidemergel zu sehen. Die Hauptmasse dieser

Ablagerungen besteht aus typischer Grundmoräne, die nun auch am Westabfall der Andelsbacher Terrasse auftritt. Es läßt sich somit schließen, daß ein Eisstrom, der vom Rheintalgletscher abzweigte, über das Bödele hinweg in östlicher Richtung gegen die Andelsbacher Senke hinzog. Hieraus läßt sich ein Schluß auf die ungeheure Höhe des Rheintalgletschers ziehen. Ob dieser nun erst nördlich des Hochälpele oder schon südlich davon über den Hochälpelepaß (bei der Gschwendtalpe) nach Osten sich abgezweigt und so das Hochälpele völlig umströmt oder gar selbst bedeckt hat, ist nicht leicht sicher zu entscheiden. Dagegen spricht, daß der Hochälpelepaß selbst von Moränebedeckung gänzlich frei ist, anderseits aber reicht die Moränebedeckung auf dem Osthang des Berges weit hinauf. Sie liegt an seiner ganzen Seite in einer Höhe, die im Süden, an der Hochstätte, über 1300, weiterhin bis 1300 und gegen Norden bis 1200 m reicht. Die Mächtigkeit der noch sichtbaren Moränebedeckungen beträgt hier stellenweise weit über 100 m, wie sich am Oberlauf des Steinrieslers ersehen läßt. Wahrscheinlicher erscheint hierdurch die Annahme, daß aus dem Tal der Bregenzer Ach ein selbständiger Gletscher vorgedrungen ist und sich östlich des Bödele mit dem vom Rheintal abzweigenden Gletscher vereinigt hat. Diese Annahme eines selbständig aus dem Bregenzer Achtale vordringenden Gletschers ist auch bereits der Karte von FAVRE¹ zugrunde gelegt. Der ganze Talboden von Schwarzenberg--Andelsbuch ist mit Moräne und noch jüngeren Terrassenbildungen erfüllt. An derselben Stelle, an der ich die Versteinerungen im dunklen Kreidemergel fand, nämlich am Eisenbahneinschnitt zwischen Egg und Andelsbuch, genau südöstlich des unter der Kreide vortauchenden Flysches am Prühlbach, ist der Kreidefelsen, auf dem noch teilweise Moräneschutt liegt, geglättet und trägt Gletscherschrammen, die nach Südwesten, d. h. nach dem Austritt der Bregenzer Ach aus den älteren Kreideketten deuten. Die Richtung entspricht nun allerdings auch einer etwa vom Rheintal über den Hochälpelepaß abzweigenden Eiszunge. Jedoch glaube ich nach den geschilderten Verhältnissen am

¹ Carte des anciens Glaciers de la Suisse. 1884. Bl. II.

Osthang des Hochälpele eher auf ihre Herkunft von einem selbständigen Bregenzer Achtalgletscher schließen zu können.

Die ältesten auftretenden Terrassen sind in kleinen Resten am Nordabfall des Klausbergs östlich der Ach zu sehen. Ihr Niveau liegt auf 640 m und ihr steiler Abbruch, welcher der unter ihm vorbeiführenden Eisenbahn stets neue Schwierigkeiten und Gefahren bietet, ist weithin zu sehen. Wohl in Zusammenhang mit ihr zu bringen ist die Erhebung westlich Bühel, ca. 380 m nördlich davon. Diese Terrasse ist wohl dieselbe, die TORNQUIST auf seiner Karte¹ als untere Lingenauer Terrasse (640 m) ausgeschieden hat. Das Material besteht aus geschichteten Kiesen und Sanden. Das Tal ist beherrscht von der großen Andelsbacher Terrasse (620 m), deren Verbreitung natürlich einst eine noch größere war. So findet man Reste von ihr wieder bei Bersbuch in einem schmalen, dem Berg entlang ziehenden Streifen und in einem weiteren Rest südlich der bereits genannten Erhebung westlich Bühel. Auch westlich der Ach findet sich als oberste von mehreren übereinanderfolgenden Terrassen beim Weiler Au eine mit ihr ursprünglich zusammenhängende von derselben Höhe. Diese Terrassen liegen zu viere übereinander und lassen sich teilweise auch auf dem östlichen Achufer verfolgen; ihre Höhen betragen 620, 600, 580 und 560 m. Östlich der Ach schiebt sich noch eine weitere Terrasse von 610 m ein. Schließlich finden sich noch jüngere Terrassen beinahe im Niveau des Flusses; sie sind auf der Karte weiß gelassen.

Tektonik.

Die drei Zonen, in welche der Alpennordrand so oft eingeteilt wird: Kreide-, Flysch-, Molassezone, lassen sich auch im Bregenzer Wald unterscheiden, wie dies TORNQUIST¹ in seiner kürzlich erschienenen Arbeit für den östlichen Teil des vorderen Bregenzer Waldes festgestellt hat. Weiter nach Westen, d. h. in meinem Gebiet, verschwindet eine scharfe Trennung dadurch, daß in der Flyschzone auch obere Kreide sehr verbreitet auftritt. Ich möchte daher zwischen der Bregenzer

¹ TORNQUIST, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908.

Ach und dem Rheintal sinngemäßer folgende Benennung der Zonen gebrauchen: 1. die Zone der älteren Kreide, 2. eine Seewerkreide-Flyschzone, 3. im Norden die Molassezone. Diese Abweichung von der gewohnten Ausbildung des nördlichen Alpenrandes fiel bereits VACEK¹ auf, wenn er die „aus der Gegend des Hochälpele zungenförmig in das Kreidegebiet eingreifenden Flyschbildungen“ erwähnt. Auch ROTHPLETZ hat in seinen „Geol. Alpenforschungen“ II. Bd. p. 25—26 erkannt, daß nördlich seiner Längsverwerfung Langenwang—Sibratsgfäll—Dornbirn nur Flysch und ab und zu darunter hervorschauend die obersten Kreidemergel bis dahin, wo die Molasse beginnt, zutage treten. Die Beobachtung hat speziell für das vorliegende Gebiet volle Geltung.

Die folgende Beschreibung der tektonischen Verhältnisse beginnt mit der Schilderung der Zone der älteren Kreide, und zwar am westlichen Ende derselben.

Das Gewölbe der Weißenfluhalpe.

Im äußersten Süden der Karte befindet sich die Alpe Weißenfluh (1370 m); sie liegt auf fast horizontal gelagertem Schrattenkalk, der nach Süden und Norden gleichmäßig ziemlich flach einfallend ein Gewölbe bildet. Im Süden folgen auf ihn der Gault und die Seewerschichten; geht man von der Alpe Weißenfluh nach Westen gegen die Alpe Im Sack, so bemerkt man, daß sich die Gewölbeachse in dieser Richtung senkt. Kurz vor der Brücke auf dem Weg nach der erwähnten Alpe in einer Höhe von ca. 1040 m steht links steil nach Süd fallender Schrattenkalk an; etwas weiter folgt über ihm Gault und Seewerkreide. In ihnen geht das normale WSW.—ONO.—Streichen mehr und mehr über in W.—O., schließlich in WNW.—OSO. Der westliche Teil des Gewölbes muß von SW. her einen Druck erhalten haben, der sich in einer Umbiegung des Sattels geäußert hat. Dies zeigt sich noch deutlicher am selben Abhang weiter unten und wird durch nebenstehende Skizze veranschaulicht. Die Schichten sind hier in dem Bachbett, welches sich nach der Dornbirner Ach zu öffnet, besonders günstig aufgeschlossen. Bei A

¹ VACEK, Über Vorarlberger Kreide. J. R. A. 1879. p. 713.

schneidet der Bach zum ersten Male den Gault, dann bei B, wo das Fallen der Gaultschichten schon stark verändert ist; Seewerkreide liegt aber auch hier noch konkordant darüber. Bei C schneidet der Bach eine Störung, die NO.—SW. streicht; derselben entlang (beim Hügel) fällt Seewerkreide noch ungefähr entsprechend dem Verlauf der Schichten bei B. Jenseits der Störung ist das Streichen der Schichten sehr erheblich verändert. Schrattenkalk und stellenweise darüber Gault bilden eine steile, SO. fallende Wand. Bei D tritt über dem

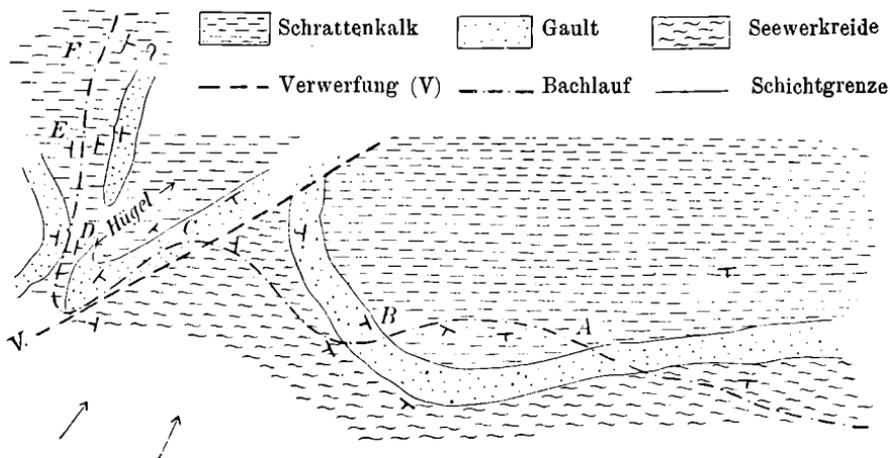


Fig. 2. Maßstab ca. 1 : 450.

Schrattenkalk Gault flach OSO. fallend im Bachbett auf; im Schrattenkalk selbst fließt der Bach ziemlich genau nach Norden und links vom Bach liegt auf ihm, gleichfalls flach, aber WNW. fallender Gault auf, d. h. der Bach fließt hier in der Achse eines Sattels, der sich nur infolge eines in der Richtung der Pfeile gerichteten Drucks gebildet haben kann. Weiterhin tritt der Gault infolge der Senkung des Bachbettes zurück; er läßt sich am östlichen steilen Hang ostfallend ein Stück weit verfolgen; dann steht plötzlich auch hier ostlich fallender Schrattenkalk in steiler Wand an. Wie durch das Fragezeichen angedeutet, ist der weitere Verlauf des Gault unklar; der hier unzweifelhaft vorliegende Spezialsattel scheint hier auszuweichen. Das ganze Gehänge, das nunmehr in steilem Abhang zu der sofort zu besprechenden Längs-

verwerfung nach Norden sich hinsenkt, scheint durch mehrere Sprünge in verschieden fallende Schollen zerlegt. Aus meiner Darstellung ergibt sich das Vorhandensein einer erheblichen lokalen Verrückung des Westendes, des Weißenfluhsattels; am ehesten lassen sich diese komplizierten Lagerungsverhältnisse vielleicht in der oben versuchten Erklärungsweise verstehen. Alles deutet auf einen von Südwest erfolgten Druck hin.

Im Norden des Weißenfluhgewölbes liegt konkordant auf dem Schrattenkalkgewölbe Gault, der jedoch nach Westen sehr bald auskeilt. Dieses Auskeilen ist bewirkt durch eine Längsverwerfung von WSW.—ONO.-Streichen, die bei 800 m in das Kartengebiet eintritt und fast geradlinig verlaufend, den Sattel schräg abschneidet. Diese Verwerfung bildet die Nordgrenze der älteren Kreidebildungen; nördlich von ihr folgt nur Seewerkreide und Flysch. Daß es sich hier wirklich um eine Längsverwerfung handelt, geht daraus hervor, daß der Gault an ihr abgeschnitten wird, daß dann Schrattenkalk direkt an sie im Süden heranreicht, während im Norden von ihr bald Seewerkreide, bald Flysch folgt, und zwar meist in entgegengesetztem (Süd-)Fallen. Orographisch tritt die Verwerfung durch eine Längseinsenkung deutlich hervor; ihr entlang hat sich, im Süden durch steil nordfallenden Schrattenkalk bezw. Gault begrenzt, ein Bächlein tief in die weichen Seewermergel eingenaht. Gegen Osten tritt diese Verwerfung in die Höhe der Hochstätte ein; ihre Anwesenheit wird hier leider durch die Moränebedeckung verhüllt. Sie wird aber hier, entlang einer Querverschiebung, deren Verlauf ich jedoch nicht genau verfolgen konnte, weit nach Norden vorgeschoben. Wenn die Annahme einer solchen Querverwerfung schon durch das weit nördliche Vorspringen der älteren Kreideschichten im Klausberg dem Beschauer förmlich aufgedrängt wird, so ist sie andererseits auch direkt aufgeschlossen. Geht man nämlich von der Hochstätte aus nördlich über den flachen, sumpfigen Moräneboden, so fällt hier eine schwache Erhebung (Punkt 1276 m) auf, welche aus nordfallendem, im Westen ganz scharf abgeschnittenem Schrattenkalk besteht; dieser Schrattenkalk gehört dem Sattel des Klausbergs an und stellt den westlichsten Sporn

dieses Gewölbes dar, welcher seinerseits sich aber auf der Höhe der Flyschzone der Gschwendt-Alpe befindet. Westlich von diesem Schrattenkalksporn und östlich des Weißenflushtals muß die Querverschiebung also durchsetzen. Die Längsverwerfung ist ihr entlang um 1500 m nach Norden vorgeschoben. Es wäre also die westliche Fortsetzung dieses Schrattenkalkspornes in der Gegend südlich der Alpe Weißenfluh zu suchen. Derartige Querverschiebungen hat auch TORNQUIST¹ in seinem im Osten anschließenden Gebiet neuerdings mehrfach erwähnt und bezüglich ihres Alters ganz bestimmte Nachweise führen können. Der Längsbruch läßt sich im Tobel des Steinrieslers nördlich vom Klausberg an der Grenze der älteren Kreidebildungen weiterverfolgen. Auch hier tritt er orographisch sehr deutlich durch einen tiefen Einschnitt hervor, der im Süden von erst flach, dann steiler nach Nord fallendem Schrattenkalk, weiter unten von Gault und im Norden von bald südlich, bald nördlich fallender Seewerkreide, stellenweise auch von Flysch begleitet wird. Weiter nach Osten läßt sich diese Störung nicht direkt verfolgen, da hier die diluviale Bedeckung zu sehr vorherrscht.

Dieser Längsbruch ist ein Teil derjenigen Bruchlinie, welche ROTHPLETZ² vom Säntis über Dornbirn-Sibratsgfall bis Langenwang verfolgt hat; es ist eine Längsverwerfung und keine Überschiebung, wie er p. 33 auch bemerkt³. Das Einfallen der Verwerfungsfläche mag im allgemeinen ein seigeres sein: doch scheint es öfters in ein steil nördliches überzugehen, wie ich aus dem teilweise nördlichen Einfallen der sie begrenzenden älteren Kreide vermute. Vielleicht ist dann dieses nördliche Einfallen eine sekundäre Erscheinung und in Zusammenhang zu bringen mit einem Druck von Süden her, der nicht auf der Oberfläche, sondern etwas tiefer, gewirkt hat. Allerdings entspricht diese Längsspalte nicht, wie ROTHPLETZ vermutet hat, dem Nordrand der Glarner Schubmasse, wie ich später zeigen werde.

¹ TORNQUIST, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908.

² ROTHPLETZ, Geologische Alpenforschungen. 2. 1905. p. 33 ff.

³ Der Lochgraben, den er p. 34 erwähnt, entspricht dem Steinriesler, wie der Bach genannt wird.

Die Klausberge.

Der Bergzug, den die Bregenzer Ach durchbricht, führt in seinen Erhebungen links und rechts des Flusses je den Namen Klausberg. Der westliche Klausberg ist in seinem der Karte allein noch angehörig Nordende durch den Nordschenkel eines Gewölbes von Schrättkalk und Gault gebildet. Der Gault tritt nur ganz unten, besonders an der Landstraße von Schwarzenberg auf und bildet bis auf geringe Höhe einen dünnen Mantel um den Schrättkalk, der die eigentliche Höhe des Berges zusammensetzt. Seewerkreide tritt an einer Stelle noch auf dem Gault auf, und zwar infolge einer schwachen Muldenbildung. Der Nordschenkel des Gewölbes stellt sich gegen Osten immer steiler, und ist schließlich jenseits der Ach im „Melisberg“ der Karte (d. h. im östlichen Klausberg) überkippt. Zudem hat sich hier der Sattel durch eine sekundäre Mulde geteilt. Weiterhin bildet dieses Gewölbe den „Sattel“ (1139 m) und zieht sich gegen die Winterstaude zu. Eine eingehende Beschreibung dieser „Winterstaudenwelle“ ist bereits durch VACEK¹ gegeben und besonders aus seinen Profilen (Taf. 19 a. No. 4 u. 5) ersichtlich. Die beiden Klausberge links und rechts der Bregenzer Ach sind wieder durch eine Querverwerfung getrennt. Schon v. RICHTHOFEN² hat erkannt, daß der Fluß den Sattel in einer Spalte durchquert; durch VACEK'S Untersuchungen ist dies bestätigt. Dieser hat aber hier eine Verschiebung des westlichen Teiles gegenüber dem östlichen nach Norden feststellen wollen (p. 721—722). Von einer solchen Verschiebung konnte ich hier nichts bemerken; vielmehr konnte ich den Gault, der auf der westlichen Seite ansteht, in seinem Streichen am östlichen Talhang gar nicht mehr finden; nur Schrättkalk steht hier an, so daß dadurch eher eine Verschiebung des östlichen Teils nach Norden wahrscheinlich gemacht wird. Eine solche wäre ihrer ganzen Natur nach sehr unbedeutend, besonders, wenn man sie mit der oben beschriebenen, starken Querverschiebung östlich der Hochstätte vergleicht.

¹ VACEK, Über Vorarlberger Kreide. J. R. A. 1879.

² v. RICHTHOFEN, J. R. A. 1861—1862. p. 189—190.

Die Höhen des Weißenfluhsattels (1370 m) und die des Klausbergs links der Ach (1280 m) zeigen nun einen Höhenunterschied von ca. 100 m; aus diesem geringen Höhenunterschied ergibt sich, daß der Quersprung östlich der Hochstätte eine kaum nennenswerte vertikale, wohl aber eine beträchtliche horizontale Verschiebung veranlaßt hat, so daß es sich dort eher um eine Blattverschiebung als um eine eigentliche Verwerfung handelt. Diese geringen Höhendifferenzen zwischen Weißenfluh und den beiden Klausbergen einerseits und zwischen diesen beiden untereinander andererseits lassen sich dann durch eine Senkung der Sattelachse nach Osten zu erklären, die ihren Tiefpunkt in der Bezegg erreicht, wie dies schon VACEK dargetan hat. Er hat (p. 711 ff.) den Verlauf der einzelnen Kreidewellen genau verfolgt und ist zu dem Resultat gekommen, daß das Weißenfluhgewölbe zu einem anderen Sattelzug gehöre als die Klausberge, die ihrerseits die Fortsetzung einer weiter im Westen unter den Flyschbildungen des Hochälpele untertauchenden, besonderen Welle bilden. Durch die Beobachtung dieser an einem nachweisbaren Quersprung nach Norden versetzten Längsverwerfung ist diese VACEK'sche Annahme jedenfalls hinfällig geworden.

Merkwürdig bleibt immerhin das weit nördliche Vorspringen der älteren Kreide in Staufenspitze und Kuhberg, südlich Dornbirn am Rheintalrand; man muß annehmen, daß die ältere Kreide zwischen diesen beiden genannten Bergen einerseits und der Weißenfluh andererseits irgendwie in einem Vordringen nach Norden gestaut wurde, womit auch die Unregelmäßigkeiten des westlichen Weißenfluhsattels in Zusammenhang zu bringen wären. Die Längsverwerfung auf der Nordseite des westlichen Klausbergs ist in dem Bachbett des Steinrieslers besonders günstig aufgeschlossen.

Der Steinriesler.

Dieses Bächlein beginnt östlich des Hochälpelejoches, und muß sich durch gewaltige Moräneablagerungen durchnagen, um dann entlang dem Klausbergsattel der Bregenzer Ach zuzuströmen. In einer Höhe von 950 m taucht in dem Bachbett unter der Moräne zum erstenmal links der flach nordfallende Flügel des Sattels hervor; es ist Schrattenkalk.

Wenige Meter weiter unten steht nun links, ca. 2 m von diesem Schrattenkalk entfernt, arg zerquetschter Flysch in einer Mächtigkeit von ca. $1\frac{1}{2}$ m an; wenige Meter darüber schauen einige Fetzen Seewermergel aus dem Schutt hervor, und darüber folgt wieder Flysch, der sofort unter Moräne verschwindet. Alle diese drei Schichten fallen ganz genau konkordant mit dem Schrattenkalk ein und lassen sich ein Stück weit verfolgen, um sich dann unter dem Moräneschutt zu verlieren¹. Die Seewerkreide dürfte hier unter dem Flysch aufgefaltet sein, und diese ganze Falte ist dann durch den von Süden an sie angedrückten Schrattenkalk nach Süden auf ihn umgelegt worden. Ob diese Erklärung den tatsächlichen Verhältnissen wirklich entspricht, ist fraglich; wir können es hier ebensogut mit einer lokalen Unregelmäßigkeit zu tun haben, die in Zusammenhang steht mit der unmittelbaren Nähe der bedeutenden Längsverwerfung.

Von diesem Aufschluß aus Tal abwärts verbleibt der Steinriesler wieder längere Zeit in Moräne, aus welcher nur rechts Schrattenkalk in immer steilerem Nordfallen herausieht. Bei 700 m Höhe tritt der Untergrund der Moräne hervor und begleitet den Bach bis zu seiner Einmündung in die Ach: es ist Seewermergel, der vorwiegend westöstlich streicht, aber durch Druck derart geschiefert ist — er zerfällt in vollkommene Griffel —, daß sein wahres Fallen manchmal nicht zu ermitteln ist. Ich habe sonst meist ein nördliches Fallen gemessen, stellenweise jedoch auch ein solches nach Südosten, also durchaus nicht übereinstimmend mit dem der älteren Kreide. Von 670 m ab tritt nun auch auf der Südseite der Verwerfung Gault als dünner Mantel über dem Schrattenkalk auf und begleitet den Bach bis zu seiner Einmündung in die Ach.

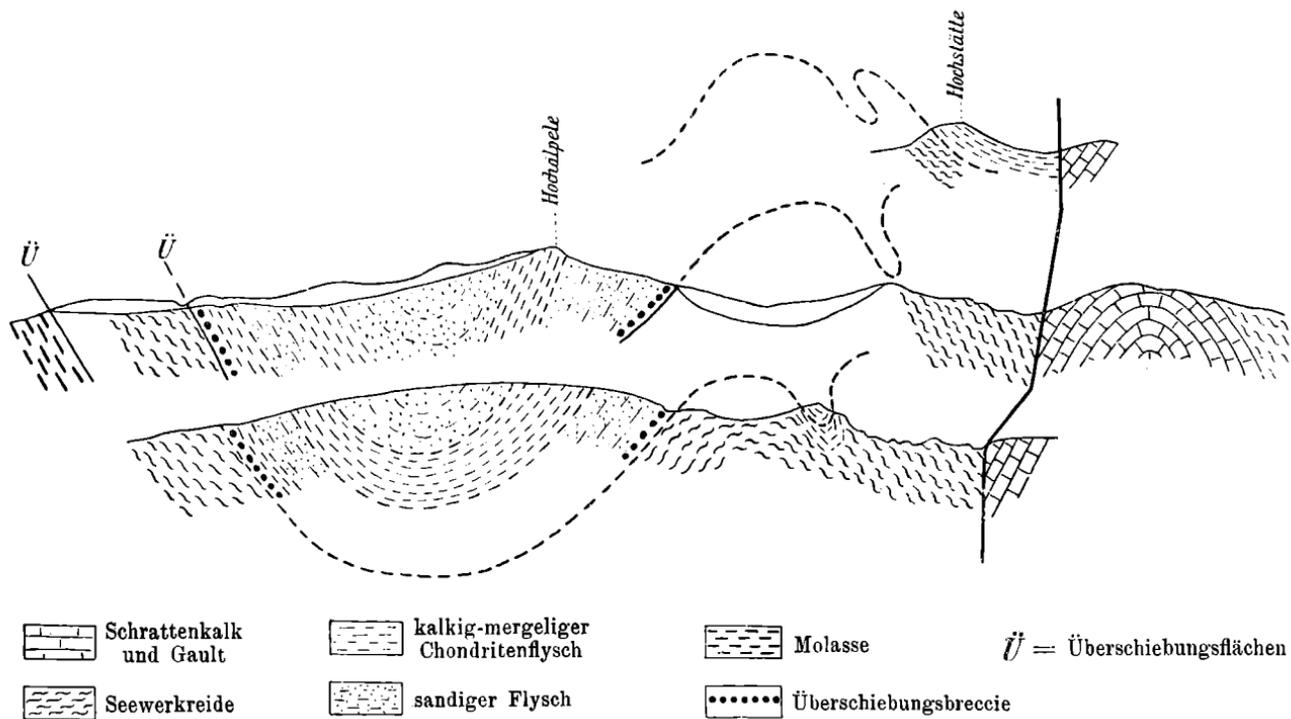
Die Umgebung der Gschwendtalpe.

Überschreitet man von der Weißenfluh aus die Längsverwerfung bei der Hochstätte, so gelangt man auf eine bewaldete Erhebung, die im Osten durch gleichfalls bewaldeten Moorboden begrenzt ist; dieser hat sich über der Moräne gebildet. Im Westen und Norden stehen überall teils nörd-

¹ Ich habe diese 3 Schichten in der Karte natürlich viel breiter einzeichnen müssen, als sie in Wirklichkeit sind.

lich-, teils südlichfallende helle Seewermergel an. Auf dieser Höhe selbst aber findet man allenthalben nur Flyschsandstein, zwar nicht unmittelbar anstehend, aber in Blöcken herumliegend, so daß man zu der Annahme eines der Seewerkreide aufliegenden oder flach eingefalteten Flyschfetzens gelangt. Wie die Auflagerung beschaffen ist, kann ich nicht entscheiden: jedenfalls fand ich hier keine Flyschkonglomeratblöcke oder grüne Quarzite. Verfolgt man den langgestreckten Grat, der sich bis über den Hochälpelekopf hinauszieht, weiter durch die südfallenden, hier an Foraminiferen sehr reichen Seewermergel, so gelangt man auf eine zweite Erhebung, die gleichfalls aus Flysch besteht, der diesmal anstehend zu sehen ist, gleichmäßig nach Süden fällt und eine der Kreide eingefaltete, nach Norden überkippte Mulde darstellt: unter einer kleinen, aus Seewermergeln bestehenden Bodenwelle tauchen Flyschsandschiefer unmittelbar hervor, und im Norden liegen Flyschkalkmergel, getrennt durch eine Sandschieferschicht mit Tonschieferbröckchen, konkordant auf Seewermergeln. An den beiden Wegen, die von der Gschwendtalpe her links unter der Höhe hinführen, ist diese Flyschpartie gut aufgeschlossen; an beiden ist nochmals die Auflagerung von Flysch auf Kreide zu beobachten. Ferner aber liegen am unteren Weg große Blöcke von Flyschkonglomerat und solche von grünem Quarzit herum. Die Entscheidung, ob diese letzteren dem hier konkordant die Kreide überlagernden Flysch selbst angehören, oder ob sie einer anderen Flyschfazies, die, wie wir sehen werden, am Hochälpele selbst entwickelt ist, zuzurechnen sind, ist sehr wesentlich. Ich werde auf diese interessante Frage später zurückkommen.

Weiter nach Norden gelangt man wiederum auf ziemlich flach südlichfallenden Seewermergel, der sich westlich weit hinunter gegen Beckemann zu zieht und die Höhe des Hochälpelepasses bildet. Er nimmt nach und nach ein nördliches Fallen an und senkt sich bei 1340 m flach unter die Flyschsandsteine und Tonschiefer des Hochälpele. An der Kontaktstelle liegen wiederum Blöcke von Flyschkonglomerat umher. Daß die Kreide unter dem Flysch einfällt, ist deutlich etwas weiter westlich zu sehen, wo ihre Mergel spornartig unter die Flyschsandsteine des Hochälpele vorgreifen.

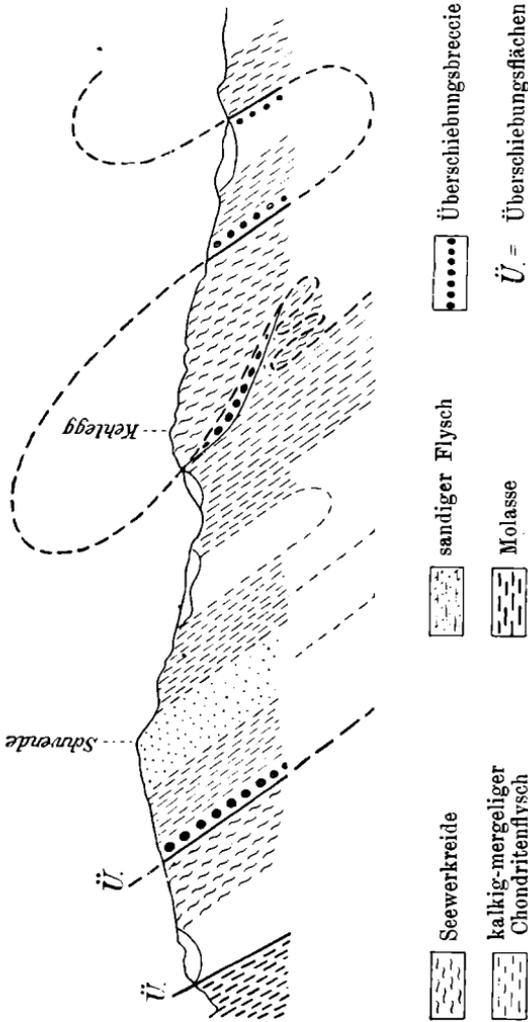


Profil 1. Maßstab 1 : 37 500.

Das Hochälpele.

(Siehe Profil 1 u. 2.)

Die Lagerung der Schichten am Hochälpele ist nur scheinbar einfach; der auf der Kreide auflagernde Flysch



Profil 2. Maßstab 1 : 37 500.

bildet allerdings den Synklinalgipfel des Berges, die Auflagerungsfläche ist jedoch keine stratigraphische, sondern eine tektonische. Der Flysch ist auf die Kreideunterlage auf-

geschoben. Diese Auffassung soll zuerst durch die Beschreibung derjenigen Lokalitäten begründet werden, an welchen die Auflagerung des Flysch auf die Kreide aufgeschlossen ist.

Die eigentliche Flyschmulde des Hochälpele selbst ist an dem steilen Westhang des Berges gut zu verfolgen; die Schichtenfolge und Mächtigkeit an dieser Stelle ist bereits beschrieben worden. Die Spitze des Hochälpele liegt selbst nicht in der Synklinalachse, sondern etwas mehr südlich, wie dies aus dem Profil No. 1 zu ersehen ist.

Dort, wo die Seewerkreide südlich des Hochälpele kopfes den Flysch unterteuft, liegen auf der Wiese eckige Blöcke von Urgebirgskonglomerat des Flysch herum. Die Formationsgrenze macht sich hier, besonders orographisch, gut bemerkbar: der Grat, der sich vom Hochälpele nach der Hochstätte hinzieht, ist durch eine auffallende Einsenkung unterbrochen. Ferner findet sich die Grenze zwischen Flysch und oberer Kreide am Abhang der Schwende gegen Dornbirn zu in einem Bachbett auf 860 m Höhe gut aufgeschlossen¹: Über flach südlichfallenden Seewermergeln liegt, getrennt durch eine ca. $\frac{3}{4}$ m mächtige Breccie, die aus eckigen Kalksteinbrocken unbekannter Herkunft (wohl Flysch), toniger Grundmasse und zahlreichen Kalkspatbrocken und -adern zusammengesetzt ist, gleichfalls flach nach Süden fallender Chöndritenflysch; auch hier fand ich außerdem einige Meter unterhalb im Bachbett ein Stück Flyschurgebirgskonglomerat.

An diesen beiden Lokalitäten, an denen die Überlagerung von Flysch auf Kreide deutlich zu sehen ist, sind beide jedenfalls getrennt durch eine Breccie².

¹ Auf der Karte ungefähr unter dem F von „Fallenbergerwälder“.

² Anhangsweise möchte ich hier auch einen Aufschluß in der Grenze zwischen Flysch und Seewerkreide weit außerhalb des hier näher untersuchten Gebietes bei Damüls besprechen, weil die Ähnlichkeit der dort vorhandenen Verhältnisse mit denen beim Hochälpele sehr groß ist. An der neuen Straße von Au im Bregenzer Wald nach Damüls an der linken Talseite, kurz nach Umgehung des Mitteltobel lagert auf dem südfallenden Seewermergel eine 10 m mächtige Zone, bestehend aus toniger Grundmasse mit zahlreichen Kalkspatadern; die tonige Masse ist, offenbar durch Druck, teilweise geschiefert und einzelne Schieferstückchen sind stark verglast. Darin liegen ganz unregelmäßig verteilt Urgebirgsstücke

Diese Breccie kann ich nicht anders denn als eine Überschiebungsbreccie auffassen und es ist sehr verständlich, daß weichere Bestandteile, wie Sandsteine und kalkigmergelige Schichten nicht standhalten konnten, sondern bei dem Schub, dem der Flysch des Hochälpele¹ seine jetzige Lage verdankt, zu einem Grus zermalmt worden sind, der die Grundmasse der Breccie bildet. Die grünen Quarzite und Urgebirgskonglomerate, die ich im Prühlbach nordöstlich Andelsbuch im Flysch anstehend gefunden habe, blieben als die wohl zu unterst liegenden (d. i. ältesten) Schichten des Flysch als einzelne Brocken in der Breccie liegen, da sie die widerstandsfähigsten Elemente der Flyschgesteinsfolge bilden. Offenbar stellen die am Weg von der Gschwendtalpe nach Süden herumliegenden grünen Quarzite und Flyschkonglomerate ein ähnliches Vorkommen dar, d. h. sie stammen wohl nicht aus dem hier konkordant der Kreide aufgelagerten Flysch, sondern sind zu der Breccie zu rechnen, über welcher der Flysch des Hochälpele folgt. Es wären also hier zwei verschiedene Flyschfazies in unmittelbarer Nähe voneinander oder gar direkt übereinander aufgeschlossen: der konkordant der Kreide aufgelagerte und der überschobene Flysch des Hochälpele.

Die Frage aber, ob die direkt nördlich des Weißenfluhgewölbes liegenden Flyschsandsteine dem geschobenen oder normal auf der Seewerkreide auflagernden Flysch angehören, muß ich offen lassen.

Diese Auffassung des Aufschubes von Flysch auf die Seewerkreide weicht von der bisherigen Anschauung erheblich ab. Es fällt indes auf, daß bereits v. RICHTHOFEN² bei Besprechung

(besonders Granit) und grüne Quarzite; die eingelagerten Brocken sind samt und sonders ziemlich scharfkantig. Blöcke von Urgebirgskonglomerat habe ich hier allerdings nicht gefunden, jedoch bin ich geneigt, den Ursprung der einzelnen eckigen Stücke von Granit und anderen Urgebirgsgesteinen, die sich da und dort lose eingebettet finden, in die ursprünglich dem Flysch eingelagerten Urgebirgskonglomerate zu verlegen, aus deren Verband sie gelöst worden sind.

Ebenso liegen am Flyschvorkommen auf der Hohen Kugel südöstlich Hohenems zahlreiche Blöcke von Quarzphyllit herum, die offenbar aus dem Urgebirgskonglomerat des Flysch stammen.

¹ Im Zusammenhang mit dem bei Damüls und auf der Hohen Kugel.

² v. RICHTHOFEN, J. R. A. 1861—62. p. 176—177.

des Profils von Andelsbuch nach Damüls sagt: „Die Schichten des Intricatenflysches, auf welchem Tamüls liegt, nehmen nicht an den Störungen der Kreide teil, niemals ist eine einzige von ihnen in einer Falte des Seewer anzutreffen; eine scharfe, wiewohl schwer zu verfolgende Grenzlinie trennt beide Formationen und dennoch ist der Flysch in seinem ganzen Komplex noch ungleich mehr zusammengewunden und gefaltet als die Kreide.“ Diese Grenze ist eben eine Überschiebungsbreccie, und daraus ist ohne weiteres zu ersehen, daß die beiden Glieder in verschiedener Art und Intensität gefaltet sein können.

Die Schwende.

Es ist dies eine längliche dicht bewaldete Höhe, die eine Fortsetzung des Hochälpele nach Nordwesten bildend, völlig aus Flysch besteht. An ihrem Abhang gegen Dornbirn finden sich die (unteren) sandig-schieferigen Gesteine an manchen Stellen gut aufgeschlossen, und es fällt hier sofort die große Unbeständigkeit im Streichen und Fallen auf. Mag dasselbe wohl auch teilweise auf das Vorhandensein von Schichtstörungen zurückzuführen sein, so gelang es mir doch nicht, eine einzige solche zu beobachten; am Weg Schwende—Schwendbach selbst ist öfters der auffallende Wechsel von einer Fallrichtung zu einer anderen ohne irgendwelche Sprünge zu sehen. Offenbar steht diese unregelmäßige Lagerung im Zusammenhang mit der Nähe der Rheintalstörungen; besonders vorherrschend ist hier allgemein die nördliche Streichrichtung mit bald östlichem, bald westlichem Einfallen. Unter dieser Schichtfolge tritt in einem langen Streifen obere Kreide hervor, teilweise als dunkle, sandige Mergel mit Versteinerungen (*Gryphaea vesicularis*), teilweise als heller, an Foraminiferen reicher Mergel. Dieser Streifen reicht westlich beinahe bis Dornbirn hinab. Zwischen Rhomberg und Watzenegg finden sich wiederum in einer tiefen Schlucht dunkelgraue Kreidemergel, so daß hier die Unterlagerung des Flysch durch Kreide völlig unzweifelhaft ist.

Der Bau der aus oberer Kreide und Flysch bestehenden Hochälpelemulde wird in seinem Verlauf nach Westen komplizierter. Bei Kehlegg, südlich der Schwende, getrennt

durch ein tiefes Tal, in dessen Grund Chondritenflysch SSO.-fallend ansteht, treten auf der Höhe, die das Dorf trägt und zwar etwas oberhalb desselben, Seewermergel auf, die im großen ganzen nach Südosten fallen. Darüber, an dem Weg auf die Gschwendtalpe steht der Flysch des Hochälpele in gleichem Fallen an. In dem Streichen dieser Seewermergel nach Südwesten findet sich ein zweites Kreidevorkommen, nämlich dasjenige, welches die steile, oben auffallend abgeflachte Höhe nördlich Salzmann bildet. Auch hier wird die Kreide von Flysch überlagert; zwischen diesen beiden Kreideinseln kommt in einem tiefen Bacheinschnitt quarzitischer (d. i. metamorpher Mergelkalk-)Flysch zum Vorschein, welcher in zwei seigere, ganz enge Sättel gelegt ist. Diese beiden Kreideinseln gehören offenbar zu der Kreide, welche die Unterlage der Hochälpeleflyschdecke bildet. Sie gehören ein und demselben liegenden Sattel an, der unter dem Flysch in etwas verändertem (d. i. SW.—NO.) Streichen aufgefaltet ist, so daß über und unter ihm Flysch liegt. Man kommt also zu dem Resultat, daß aus der einfachen Mulde des Hochälpele durch eine weitere Auffaltung innerhalb derselben und durch Überkippung ein System von nördlich überstürzten Falten entstanden ist. Diese Falten in ihrem Verlauf genau zu verfolgen, scheint mir nicht möglich, besonders aus dem Grunde, weil der ganze Westhang des Hochälpele von Flyschsandsteinschutt und weiter unten von Moräne bedeckt ist. Die ganze Gegend in den Tiefen um Kehlegg gehört dem Flysch an, der stellenweise stark in sich selbst zusammengefaltet ist. Solch gefalteter Flysch ist z. B. prachtvoll an der Landstraße von Dornbirn nach dem Gütle rechts der Dornbirner Ach zu sehen.

Es ist auffallend, daß Flysch, der doch auf der Kreide liegt, bis in die Tiefen der Täler unmittelbar über dem Niveau des Rheintals reicht. Bringt man dies nur damit in Zusammenhang, daß der Flysch durch intensivere Faltung tief in die Kreide eingebettet ist, so wäre kein Grund vorhanden, warum nicht einmal auch hier Kreide infolge Auffaltung zum Vorschein kommen sollte. Dies ist aber nur oberhalb Kehlegg und Salzmann der Fall. Es kommt in der Nähe des Rheintales eben wahrscheinlich noch hinzu, daß die Schichten in Staffelbrüchen gegen das Rheintal zu abgesunken sind,

wie dies BLUMER¹ aus der gegenüberliegenden Rheintalflanke beschrieben hat. Allerdings konnte ich in der eintönigen Reihenfolge des hier verbreiteten Chondritenflysches Verwerfungen nirgends sicher erkennen.

Vergleicht man den westlichen Hochälpelefuß mit dem östlichen, so fällt ohne weiteres die weite Verbreitung der oberen Kreide im Osten trotz der durchschnittlich 200 m höheren Meeresebene auf, und allein diese Tatsache weist darauf hin, daß die Schichten gegen das Rheintal hin längs Brüchen abgesunken sein müssen.

Östlich des Hochälpele läßt sich die Muldenatur des Berges besonders wegen der vorherrschenden Schotterbedeckung kaum verfolgen. Es sind nur immer einzelne Aufschlüsse, die einen Einblick in den Gebirgsbau erlauben. Nur wenige Wasserläufe entblößen die Schichten so, daß ein einigermaßen zusammenhängendes Bild sich bietet.

Der Osthang des Hochälpele.

Der Flysch ist hier genau so wie in der Hauptsache auch am Westhang auf die höheren Lagen beschränkt; er tritt nur an einzelnen Stellen aus der Moräne hervor, so links des Steinrieslers zwischen 1000 und 1100 m Höhe, südlich einfallend, dann in einer größeren Partie, durch die der Weg Schwarzenberg—Hochälpele führt; an diesem Wege habe ich ein nördliches Einfallen gemessen. An einer dritten Stelle, etwas nördlich hiervon, tritt er wiederum auf, ist aber hier nur an herumliegenden Gesteinsstücken als solcher zu erkennen; sein Einfallen konnte ich hier nicht feststellen.

Wie der Flysch auf das höhere, so ist die obere Kreide — wenigstens in der Hauptsache — auf das tiefere Gehänge beschränkt; man trifft sie links des Steinrieslers zwischen 800 und 900 m Höhe südlichfallend als hellen Seewermergel, ferner oberhalb Loch gleichfalls südlichfallend in derselben Ausbildung, ferner westlich Schwarzenberg im sogen. Buchenwäldle nordfallend und östlich Schwarzenberg auf der sogen. Angelikahöhe, wiederum südlich fallend. An diesen beiden letzten Punkten beobachtet man an Stelle des Seewermergels

¹ BLUMER, Östlicher Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1905.

dichte helle, harte Kalke. Merkwürdig ist ein Auftreten der Kreide weit oberhalb in einem Bachriß östlich der in der Karte als „Hütte-Alpe“ bezeichneten Alpe; es ist dies eine kleine vereinzelte Partie seiger stehenden, dunkelgrauen Mergels. Wenn schon nach diesen höchst mangelhaften Aufschlüssen eine sichere Beurteilung der Lagerungsverhältnisse schwierig ist, so gilt dies besonders für das Auftreten dieser kleinen Kreidepartie innerhalb des Flysches. Man wird natürlich an irgendwelche Auffaltung aus dem Untergrund denken; jedoch tritt schon rechts vom Bach im Streichen Flysch auf. Vielleicht kann man für dieses Vorkommen eine ähnliche Erklärung herbeiziehen, wie sie SCHULZE¹ für ein vereinzelt auftretendes Flysch im Hauptdolomit nahe an der unteren Grenze der Allgäuer Überschiebung (beim Himmelsschrofen) gibt. Er schreibt hier (p. 23): „Die Flyschpartie entspricht wohl einem jener zungenförmigen Ausläufer, mit welchen ein überschobenes weiches Gestein so oft in die hangende Gebirgsdecke eingepreßt erscheint“. Die Verhältnisse entsprechen einander genau.

Im allgemeinen bildet auch hier die obere Kreide die Unterlage des Flysch, der aber weiter unten nicht auftritt, also infolge seiner höheren Lage der Erosion zum Opfer gefallen ist. Eine genaue Erklärung der Lagerungsverhältnisse kann ich wegen der mangelhaften Aufschlüsse nicht geben; nach Analogie der Verhältnisse westlich des Hochälpele wird man einige nach Norden überliegende Falten annehmen dürfen.

In Betracht zu ziehen ist immerhin, daß die erwähnten Flyschpartien am oberen Ostgehänge des Hochälpele nicht in der direkten östlichen Fortsetzung des Hochälpeleflysches zu liegen brauchen, weil die Blattverschiebung östlich der Hochstätte zwischen ihnen durchsetzen dürfte.

Der Mühlbach,

welcher im Grunde des breiten Tales dahinfließt, das sich vom Bödele hinunter rein östlich in die Senke von Schwarzenberg—Andelsbuch zieht, muß lange Zeit durch Moräne fließen, bis er erst auf Molasse, dann aber auf Kreide trifft, dies auf

¹ SCHULZE, Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes etc. Geogn. Jahresh. 1905.

einer Höhe von 800 m. Von der Molasse wird später noch die Rede sein. Die Kreide besteht durchweg aus dunkelgrauen, meist dünnschieferigen Mergeln von der Fazies der aus der Bregenzer Ach beschriebenen fossilführenden, Schichten, die den Bach teils seiger stehend, teils nördlich einfallend, weiter unten jenseits der Straße Schwarzenberg—Egg aber südlich fallend bis zu seiner Mündung in die Ach begleiten. Auch einige seiner Zuflüsse sind in diese Mergel eingeschnitten.

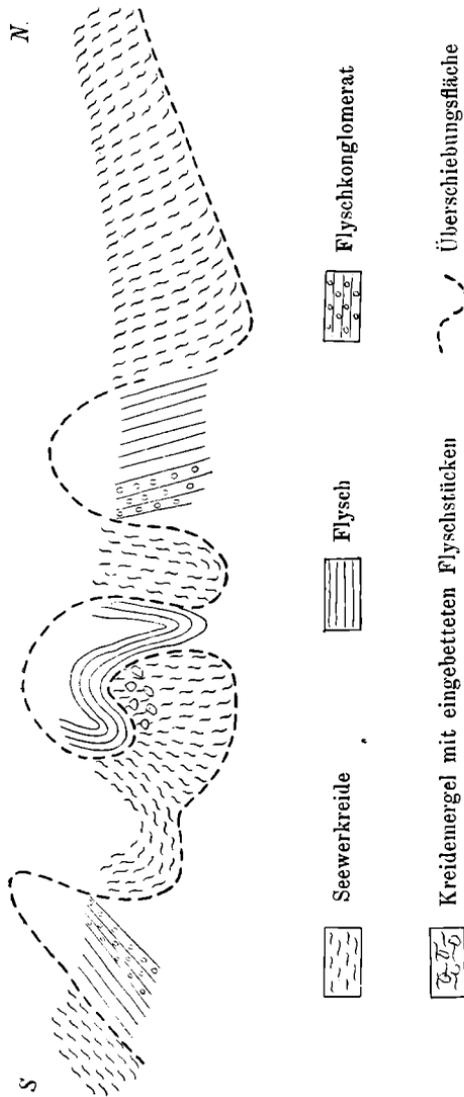
Die Umgebung von Schwarzenberg.

Das Dorf Schwarzenberg liegt in einem vollkommen der oberen Kreide angehörigen Gebiet. Allerdings ist auch hier die Moränebedeckung vorherrschend; außer den bereits erwähnten Stellen, dem Buchenwäldle und der Angelikahöhe, tritt die obere Kreide nur in Bachrissen nahe dem Lauf der Bregenzer Ach auf, so im Bach zwischen Loch und Moos südlich Schwarzenberg, wo sie an einer Stelle, wohl infolge lokaler Verrutschung, östlich, im übrigen aber sehr gleichmäßig südlich fällt. Es sind dies helle Seewermergel, die sich weiterhin zu beiden Seiten einer 777 m hohen, waldigen Erhebung, des sogen. Blaserwaldes, hinziehen und sowohl rechts wie links der Ach bis zu ihrer auffallenden Rückwärtsbiegung die Ufer zusammensetzen, soweit sie nicht, besonders am linken Ufer, von diluvialen Bildungen bedeckt werden.

Die Bregenzer Ach.

(Siehe Profil 4.)

Die Aufschlüsse an der Bregenzer Ach haben für uns besondere Bedeutung, da sie Flysch und obere Kreide in mehrfacher Wechsellagerung erkennen lassen. Verfolgt man den Flußlauf von der Südspitze der erwähnten Rückwärtskrümmung ab weiter abwärts, so tritt zunächst rechts, sodann auch links, grauer Kreidemergel auf, teils hell, teils dunkler und beständig südlich fallend. Diese Kreidebildungen entswinden öfters infolge von zahlreichen, jüngeren Flußterrassenbildungen der Beobachtung. Teilweise treten auch von links unmittelbar Moränegerölle über das Steilufer herüber. Unterhalb der 560 m hohen Terrasse links des Flusses



Profil 4.

treten am Steilufer südfallende Kreidemergel auf; bald jedoch verschwinden sie auch wieder unter Schotterbedeckung.

Etwa 150 m oberhalb der (auf der Karte durch eine kleine Flußinsel und eine darüberführende, punktierte Linie bezeichneten) oberen Drahtseilrollbahn¹ erscheint nun gleich-

¹ Westlich von der als „Wirth“ bezeichneten Häusergruppe.

mäßig südlich fallender, grauer, kieseliger Flysch mit Chondriten, ein metamorpher Mergelkalk; dieser kieselige Flysch wechselagert mit weicheren, mergeligen Lagen und läßt sich so fast ganz einheitlich südwärts fallend ca. 55 m weit flußabwärts verfolgen. Hier stellen sich die Schichten etwas steiler und bilden eine scharf in das Flußbett vorspringende Felsnase. Ist man um diese letztere herumgeklettert, so befindet man sich plötzlich auf einem ca. 15 m mächtigen Komplex, in der Hauptsache aus einer schieferigen Masse bestehend, in welcher Blöcke von grünem Quarzit, von Flyschkonglomerat, dunklem Kalk, alle mehr oder weniger gerundet, eingebettet bunt durcheinander schwärmen. Zahlreiche Gerölle dieses Konglomerates sind zerborsten und dann durch Kalkspat wieder verbunden, so daß man versucht ist, an irgend eine Dislokationsbreccie zu denken. Jedoch beweist die deutliche Schichtung des Gesteins, sowie ihr allmählicher Übergang in helle quarzitisches Schichten mit Chondriten, daß es sich um ein regelrechtes Flyschsediment handelt. Dieser ganze Komplex fällt südlich. Teilweise durch starke Bewächung dem Blick entzogen sind die folgenden Schichtglieder: zunächst steil südlich-, dann nördlich- und dann wieder südlich fallende, helle Seewermergel, anscheinend eine Mulde bildend. Diese Kreidemergel stellen sich mehr und mehr seiger und werden diskordant überlagert von Flyschschichten, die ihrerseits stark zusammengefaltet sind¹. In den seiger stehenden, gleichfalls stark verdrückten und verfältelten Kreidemergeln liegen nun einzelne Blöcke von Flyschgesteinen, welche deutlich erkennen lassen, daß sie von oben in die Seewermergel hineingedrückt worden sind; die Blöcke bestehen aus Flyschkalken und -quarziten. Weiterhin reicht der Flysch wiederum bis an den Fluß hinunter, und zwar nördlichfallend. Es folgt dann wiederum eine Partie arg zusammengefalteter, ebenfalls nördlich einfallender Seewermergel, und zwar gerade dort, wo sich das Brückenhäuschen der oberen Drahtseilrollbahn befindet. In dem nun folgenden Einschnitt eines (von links) in die Ach einmündenden Baches steht nördlichfallender Flysch an, und darüber, d. h. nördlich, wiederum die schon beschriebene

¹ Auf der Karte sind diese einzelnen kleinen Gesteinspartien nicht einzuzeichnen; ich verweise deshalb auf das beigegebene Profil No. 4.

Konglomeratbildung, teilweise mit Chondriten führenden, quarzitischen Zwischenlagen, dann kurze Zeit quarzitischer Flysch, der seinerseits unter nordeinfließende Kreidemergel einfällt, die nunmehr die Oberhand behalten.

Flysch selbst tritt an der Ach weiterhin nur noch einmal auf, und zwar viel weiter unterhalb, wo der Fluß an die Molasse herantritt, und an deren südlichem Höhenzug nach rechts entlang fließen muß. Dieser Flysch ist quarzitisches und fällt nach Norden.

In dem beschriebenen Profil von der Rollbahn bei Wirth ist eine gewisse Regelmäßigkeit vorhanden. Es folgen aufeinander: im Süden Kreidemergel, quarzitische Flysch, Flyschkonglomerat, alles südlich fallend, im Norden Flyschkonglomerat, quarzitischer Flysch, Kreidemergel, alle nördlich fallend. Ungefähr in der Mitte des Profils trifft man abermals quarzitisches Flysch und zwar die Kreide diskordant überlagernd und stellenweise tief in die Kreideunterlage hineingreifend. Geht man aber weiter westlich über diesen Flysch hinauf, so trifft man überall zunächst nur Moräne, weiter oben aber gelangt man in das Kreidegebiet von Schwarzenberg und vom Hochälpele, d. h. es liegt über diesem Flysch wiederum Kreide. Unzweifelhaft ist aber dieser Flysch in Zusammenhang zu bringen mit dem quarzitischen Flysch im Norden und im Süden des Profils, über dem die Kreide lagert. Diese Kreide ist aber dieselbe, die nach dem Hochälpele hinüberstreicht. Der Widerspruch, der darin liegt, daß ein und derselbe Flysch teils — wie im Norden und Süden des Profils — von Kreide überlagert wird, teils — wie in der Mitte — selbst auf Kreide liegt, kann nur durch die Annahme irgendwelcher rein lokaler Verhältnisse im einen oder im anderen Fall gelöst werden. Nun findet man aber, daß, wie bereits hervorgehoben, auf dem Flysch in der Mitte des Profils wiederum Kreide liegt, also hierin eine Übereinstimmung mit seiner Lage unter der Kreide im Norden und im Süden des Profils erzielt ist.

Geht man weiter Ach-abwärts bis unterhalb der unteren Drahtseilrollbahn — etwa zwischen Hub und Schwarzen —, so trifft man in dem ersten von links mündenden Bach unter steil, teils südlich-, teils nördlichfallenden versteinierungsführenden, dunklen Kreidemergeln, die hier sehr kalkreich sind, ein

Breccienzone, bestehend aus Schiefer- und Quarzitbrocken, eingebettet in toniger Grundmasse¹. Beim weiteren Verfolg der Ach wird dann aber nur noch mehr oder weniger steil in Falten gelegte Seewerkkreide sichtbar, in Form von teils dünn-schieferigen, teils dickbankigen, dunklen, sandigen Kalkmergeln, die stellenweise Versteinerungen führen. Das Fallen ist bald ein nördliches, bald ein südliches; einzelne kleine Kreidegewölbe sind hier besonders hübsch aufgeschlossen. Zwischen der weiter unterhalb anstehenden Molasse und dieser Seewerkkreide wird, wie bereits gesagt, noch einmal nach Norden einfallender Flyschquarzit sichtbar. Dieser scheint besonders heftig verdrückt zu sein, denn man beobachtet an einer Bank im Flußbett selbst, daß ihr Fallen sich plötzlich aus einem nördlichen in ein westliches, dann wieder in ein nördliches und schließlich wiederum über ein östliches in nördliches verwandelt; dies alles auf einer Fläche von wenigen Quadratmetern (die steilstehenden Schichten beschreiben also hier, von oben gesehen, einen S-förmigen Bogen).

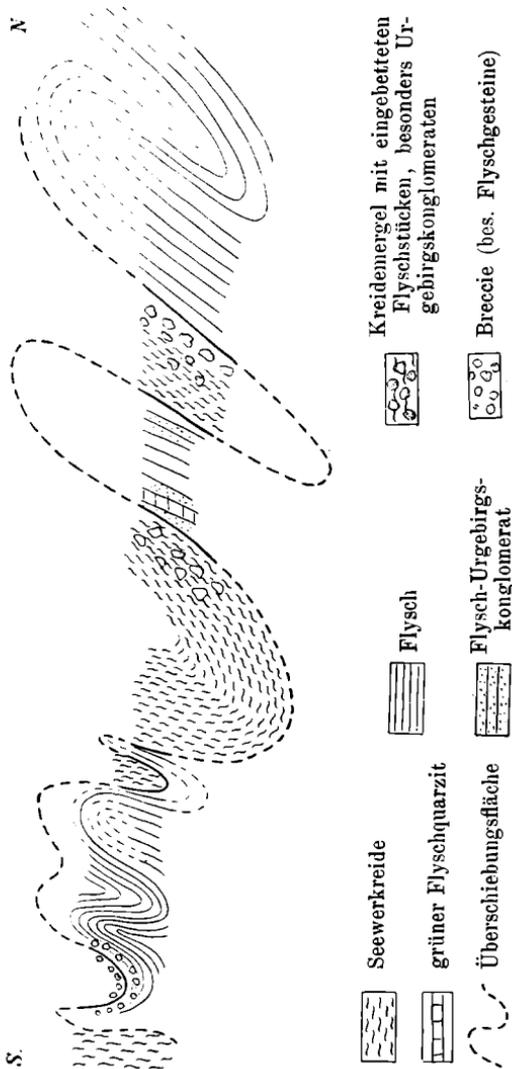
Um die offenbar sehr komplizierten Lagerungsverhältnisse an der Bregenzer Ach, speziell am Profil bei Wirth, deuten zu können, müssen wir sie im Zusammenhang mit einem zweiten klareren Aufschluß im Prühlbach nördlich Andelsbuch betrachten.

Der Prühlbach und die Gegend um Andelsbuch.

(Siehe Profil 5.)

Dort, wo östlich von Andelsbuch der Untergrund der herrschenden Diluvialbedeckung zutage tritt, stehen ebenfalls die dunklen Kreidemergel der Bregenzer Ach und zwar stellenweise fossilführend, an; auch hier fallen sie teils nach Süden, teils nach Norden und sind offenbar in mehrere Falten gelegt. Nur an einer Stelle tritt der Untergrund der Kreide hervor, und zwar in schöner Deutlichkeit; es ist dies im Prühlbach, der sich östlich des genannten Dorfes nach Egg hinschlängelt. Auf ca. 560 m Höhe bricht die steil nordfallende Kreide, in die das Wasser eine Schlucht mit sehr steilen Hängen eingenaagt hat, ab; es folgt nun am linken

¹ Auf der Karte durch ein B. eingezeichnet.



Profil 5.

Bachufer, soweit Schuttbedeckung und Vegetation einen Einblick gewähren, eine Mulde, aus grünlichem Flyschquarzit bestehend (ca. 4 m im Durchmesser). Rechts ist alles mit Schutt bedeckt; erst weiter oben am Gehänge tritt Kreidemergel hervor, d. h. er liegt über der Mulde. In dieser Mulde liegen nun — gleichfalls ungefähr muldenförmig angeordnet —

zahlreiche, teilweise zusammengebackene eckige Stücke von Schiefer und noch mehr von grauen und grünen Hornsteinen und Flyschurgebirgskonglomeraten, d. h. eine Breccie von Flysch- und wohl auch teilweise Kreidegesteinen, aus deren Zerreibung die weichere Grundmasse vorzugsweise sich herleiten mag. Die Gesteinsstücke sind teilweise von Kalkspatadern durchzogen, was auf eine Zertrümmerung und nachträgliche Ausfüllung der Risse hinweist. Es folgen, an den südfallenden Nordschenkel der Mulde sich anschließend, Flyschschichten, bestehend aus grünlichem Quarzit und Urgebirgskonglomerat, das hier ziemlich feinkörnig und durch Druck metamorph geworden ist (ca. 4 m¹). Daran schließt sich ein schmaler, saiger stehender Sattel und eine flachere Mulde von grauem, verkieseltem Flysch mit Chondriten an (zusammen ca. 8 m); sodann folgt steil nördlichfallender Kreidemergel und daraus hervorschauend eine ca. 1 m mächtige Schicht von grünem Flyschquarzit. In den Kreidemergeln sind stellenweise Brocken von Quarzit und Urgebirgskonglomerat des Flysch eingebettet; dann folgen wieder in einer Mächtigkeit von ca. 20 m Kreidemergelbänke mit Versteinerungsresten. Nach einer kurzen Vegetationsbedeckung folgen auf eine Erstreckung von ca. 10 m im Bachbett links steil südlichfallende Flyschschichten, und zwar Urgebirgskonglomerat, welches mit grünem Quarzit wechsellagert. Auch hier ist das Konglomerat teilweise durch Druck derart metamorph, daß die einzelnen Bestandteile kaum mehr zu unterscheiden sind und das Ganze einen homogenen quarzitären Habitus annimmt. Ich habe mir ein Handstück geschlagen, in dem der Übergang von grünem Quarzit in Urgebirgskonglomerat unmittelbar zu sehen ist. Nach diesem Flyschkonglomerat folgen, gleichfalls steil nach Süden fallend, Kreidemergel, die durch Druck geradezu verharrt sind und wie gebrannt aussehen; in diesen trifft man nun einzelne bis zur Unkenntlichkeit metamorphe Flyschkonglomeratbrocken und Hornsteine. Darunter folgt eine ca. 50 cm mächtige Breccie, in welcher Urgebirgskonglomeratbrocken vorherrschen und endlich Flysch, der weiterhin in einen liegenden Sattel und eine ebensolche Mulde gelegt ist.

¹ Die Angaben über Meterentfernungen sind den Flußlauf entlang gemessen.

Es sind dies teils quarzitische, teils tonig-mergelige Flyschschichten.

Aus alledem geht klar hervor, daß wir es hier mit einer Überschiebung von oberer Kreide auf Flysch zu tun haben. Die beiden Formationen sind dann aber später noch zusammengefaltet worden, wie aus dem Profil, das die Faltung der Überschiebungsbreccie selbst auf das deutlichste zeigt, hervorgeht. Es wird nun wesentlich sein, festzustellen, ob dieser Überschiebung eine weitergehende Bedeutung zuzumessen ist. Zu diesem Zwecke gebe ich im Anschluß einen Vergleich dieser Lagerungsverhältnisse mit denjenigen an der Bregenzer Ach.

Die überschobene Kreide des Prühlbachs steht offenbar in Zusammenhang mit derjenigen an der Bregenzer Ach. Dafür spricht vor allem die vollständige Übereinstimmung der Kreideschichten an beiden Orten in ihrer Fazies und in ihrer Fossilführung. Die Lagerung läßt sich dann in folgender Weise in Einklang bringen:

Es erscheint recht gut möglich, daß außer den kleinen Gesteinsstücken, die bei einer Überschiebung vom Untergrunde und von der Schubmasse losgelöst und durcheinandergeknetet werden und welche die Dislokationsbreccie bilden, auch größere Partien diesem Schicksal unterliegen können, besonders bei starker Unebenheit der Unterlage. Diese Schichtfetzen werden ein Stück weit fortgeschleift, besonders stark zusammengefaltet und in ihrem Zusammenhang gestört und können so in beliebige Lage zueinander geraten. Und in der Tat zeigen, wie bereits hervorgehoben ist, im Aufschluß an der Bregenzer Ach sowohl die über den saiger stehenden Kreidemergeln liegenden Flyschschichten als auch diese selbst und auch besonders die beim Brückenhäuschen anstehenden Kreidemergel einen außerordentlich hohen Grad von Zusammenfaltung (siehe Profil 4). Wir können also die drei zuletzt erwähnten Gesteinspartien als die Bestandteile der Überschiebungsbreccie auffassen.

So kommt man also auch hier zu dem Schluß, daß Kreide auf Flysch überschoben ist, und zwar dieselbe Kreide wie am Prühlbach, die, wie bereits erwähnt, auch der Kreide von Schwarzenberg und vom Hochälpele entspricht. Mit

anderen Worten, die gesamte obere Kreide des Gebiets liegt nicht auf ursprünglicher Lagerstätte, sondern bildet eine zusammenhängende Decke über dem Flysch.

Die an der Nordgrenze der Flyschzone zwischen Molasse und oberer Kreide auftretenden quarzitischen Flyschschichten in der Bregenzer Ach liegen offenbar auf oberer Kreide. Klar zu sehen ist die Auflagerung zwar nicht, aber auf nordfallende Kreidemergel folgt nördlich nordfallender Flysch. Für die Auffassung dieses Flyschvorkommens könnte man folgende Erklärungen heranziehen: Entweder gehört der Flysch dem normalen auf der oberen Kreide liegenden, wie südöstlich der Gschwendtalpe, oder dem auf die Kreide geschobenen Hochälpeflysch an. Die südöstlich der Gschwendtalpe der Kreide normal auflagernden Flyschgesteine sind dünnschieferige helle Mergel mit Chondriten, und dünnschieferige, bräunliche Sandmergel. Die quarzitischen, dickbankigeren Schichten in der Bregenzer Ach jedoch machen viel eher den Eindruck von metamorphen, bankigen, Chondriten führenden Mergelkalken, wie sie z. B. unmittelbar im Norden des Hochälpelekkopfes den steilen Westabfall bilden. Chondriten habe ich allerdings nicht darin gefunden; andererseits könnten ja auch in dem normal der Kreide aufliegenden Flysch an der Gschwendtalpe solche Mergelkalke vorkommen. Eine Entscheidung dieser Frage muß ich aber mangels klarer Aufschlüsse dahingestellt sein lassen.

Die Molasse am Nordrande des Kartengebietes.

(Siehe Profil 1, 2 und 3.)

Der Annahme einer Überschiebung der Flyschzone auf die Molassezone ist vor allem ein südliches Einfallen der Molasse zunächst der Flyschzone günstig. Ein solches scheint in der Schweiz die Regel zu sein; aber seine Deutung war früher fast durchweg eine andere als jetzt. Faßte man die südlichste Molasse als den Südschenkel einer nach Norden überkippten Mulde auf, wie dies wohl von den meisten älteren Geologen geschehen ist; so war dadurch eine grundsätzliche Übereinstimmung mit den im östlich anschließenden, südbayrischen Gebiet herrschenden Verhältnissen erzielt. Hier

steht nach GÜMBEL¹ die Molasse nächst dem Alpenrande seiger, oder sie fällt steil nördlich ein und es treten hier die tiefsten Schichten auf (p. 685). Auch jüngere Arbeiten, z. B. die WEITHOFER'S² zeigen, daß die Molasse in Bayern am Alpenrande selten nach Süden, meist nach Norden fällt und so den Südflügel einer Mulde bildet.

Im Gegensatz dazu ist nun zumal in neueren Arbeiten, besonders von schweizerischer Seite, die südlichste Molasse als der südlichfallende Südschenkel einer Antiklinale aufgefaßt worden, so daß die betreffenden Schichten nicht der ältesten, sondern jüngerer Molasse angehören³.

Im Gebiet meiner Untersuchungen konnte ich folgende Lagerungsverhältnisse an der Südgrenze der Molassezone feststellen: Geht man auf dem Weg, der von Dornbirn nach Fallenberg hinaufführt, gleich unten, wo er zuerst nach links nördlich abbiegt, gerade aus, so sieht man in dem hier austretenden Bach überall dünnplattige Molassesandsteine mit Wülsten, durchweg südfallend; dieser Sandstein bildet am Südufer des Baches eine steile Wand. Es sind dies offenbar dieselben Sandsteine, die oberhalb Egg an der Bregenzer Ach auftreten und dort die ältesten Molasseschichten darstellen. In dem südlich gelegenen Parallelbach sind weiche, südlichfallende Leewermergel entblößt. — Ist schon dadurch die Annahme wahrscheinlich gemacht, daß die Molasse unter die Kreide infällt, so wird sie zur Sicherheit, wenn man direkt über sie eine auffallende Bergnase erblickt, die im Streichen der Molasse liegend, noch über dieselbe hinaus nach Norden vorragt, und die aus oberer Kreide besteht. Es ist dies der Ursprung, der sich auf der Karte zwar wenig, in Wirklichkeit aber stark bemerkbar macht, und der bei den Buchtaben „ll“ in „Fallenberger Wälder“ liegt.

¹ GÜMBEL, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges. 361. p. 678.

² WEITHOFER, Einige Querprofile etc. J. R. A. 1902.

³ cf. BLUMER, Zur Kenntnis des helvetischen Alpennordrandes. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich, 1906. p. 475. — ARN. HEIM, Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich, 1906. 441 ff. — KAUFMANN, Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. N. Denkschr. schweiz. naturf. Ges. 17. 1860.

Im westlichen Teil des Gebietes zeigt also die Molasse das auch in der Schweiz im allgemeinen herrschende südliche Einfallen zunächst der Flyschzone; es sind hier vorwiegend Sandsteine, auch Mergel und Nagelfluhbänke. Weiter östlich auf dem Gaiskopf wechselt das Fallen fast von Schritt zu Schritt; ich habe nicht alle gemessenen Fallrichtungen auf der Karte eingetragen; es scheint, daß lokale Verrutschungen den außerordentlichen Wechsel veranlaßt haben, denn sonst ist dasselbe Fallen stets auf weite Strecken zu verfolgen. Wo südlich des Gaiskopfes aus der alles bedeckenden Moräne die Molasse zum Vorschein kommt, fällt sie durchweg nach Norden; auf 800 m Höhe stößt sie direkt an obere Kreide, ohne daß jedoch der Kontakt selbst zu sehen wäre: am nördlichen Bachufer fällt Molassesandstein nördlich, am südlichen Kreidemergel südlich ein.

Vom Gaiskopf bis nach Egg ist in einer zusammenhängenden Reihe von Aufschlüssen, besonders aber im Flußbett der Bregenzer Ach konstantes Nordfallen zu beobachten. Ich verweise hierzu auf die bereits im stratigraphischen Teil gegebene Beschreibung des Profils.

Die südlichsten sichtbaren Molasseschichten bilden hier eine Mulde; die ältesten auftretenden Schichten liegen am südlichsten; es ist dies ohne weiteres aus dem Profil zu sehen. Die Muldenachse ist gerade noch im Kartenzipfel nördlich von Egg enthalten; westlich davon liegt sie nördlich des Kartenrandes.

Es soll nicht bestritten werden, daß sich weiter südlich unter dem Flysch und unter der Kreide noch südlichfallende Molasse finden könnte, die dann der Forderung eines Sattels genügen würde, jedoch ist immerhin in Betracht zu ziehen, daß die ältesten Schichten der Molasse bei Egg auch bei Dornbirn in dem erwähnten Bache sich finden, und die hier zunächst der Kreide liegenden Molasseschichten bilden. Ich komme so zu dem Resultat, daß die Molasse im Süden mit einer Synklinale beginnt, die im westlichen Teil überstürzt, im östlichen dagegen, besonders bei Egg, normal liegt. Hierbei möchte ich auf die Art der Verbreitung der Molasse im vorliegenden Gebiet aufmerksam machen: Verbindet man die Punkte ihres südlichsten Auftretens, so erhält man trotz der

verschiedenen Lagerung im Westen und Osten eine fast schnurgerade Linie, die ohne Zweifel der wirklichen Südgrenze der Molasse entspricht.

Hierbei ist auffallend, daß die Molasse meist nicht an Flysch, sondern an Kreide stößt, so, daß diese im westlichen Teil auf Molasse liegt, im östlichen dagegen nur an Molasse stößt, wie im Mühlbach südlich vom Gaiskopf. Nur an der einen Stelle in der Bregenzer Ach schiebt sich Flysch dazwischen; möglich ist indes, daß er auf weitere Erstreckung zwischen Kreide und Molasse auftreten kann; nur wäre er dann infolge der herrschenden Moränebedeckung nicht sichtbar.

Die Tatsache, daß obere Kreide stellenweise auf Molasse überschoben ist, wirft vielleicht auch ein gewisses Licht auf die von RÖSCH¹ beschriebene Kreide-Eocänsholle von Biehlerdorf—Hüttenberg weit östlich meines Gebietes. RÖSCH kommt zu dem Resultate, daß diese Vorkommen ihre Lage innerhalb der Molassezone wahrscheinlich einem Schube verdanken. Diese Auffassung steht in guter Übereinstimmung mit der tatsächlich vorhandenen Überschiebung von Kreide auf Molasse in dem vorliegenden Kartengebiet.

Zusammenfassung.

Von jeher war die Auffassung verbreitet und findet sich bei allen — schon den ältesten Alpenforschern —, daß Molasse-, Flysch- und Kreidegebirge in Vorarlberg die natürliche Fortsetzung der betreffenden Zonen westlich des Rheintals in der Schweiz bilden. Seitdem nun die Deckennatur der schweizerischen Kreide erkannt worden ist, blieb zwar die Ansicht von der Zusammengehörigkeit des links- und rechtsrheinischen Kreidegebirges bestehen, und im Hinblick auf die genau erforschten Verhältnisse links des Rheins konnte man keine Ursache ersehen, die vorarlbergische Kreide länger für autochthon anzusehen.

Immerhin aber mußte man größtenteils einer Auffassung mit Mißtrauen gegenüberstehen, die genau bekannte Verhältnisse der einen Gegend auf eine andere, im einzelnen noch

RÖSCH, Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. München 1905. p. 351—52.

zu wenig erforschte überträgt, nur weil die äußere Ähnlichkeit ins Auge springt.

In neuerer Zeit ist nun, besonders von schweizerischer Seite, versucht worden, den Zusammenhang zwischen links- und rechtsrheinischer Kreide genauer nachzuweisen. So hat BLUMER¹ ausführlich die Ansicht begründet, daß die vier Vorarlberger Kreidegewölbe, deren Verlauf VACEK² durch die Namen:

1. Hohenems—Kuhberg,
2. Bad Schwefel—Schwarzenberg—Staufenspitz—Klausberg—Winterstaude,
3. Götzis—Götznerberg—Kapf—Strahlkopf—Schöner Mann—Bocksberg—Weißenfluh—Bayenberg,
4. Sattelberg—Schöner Bauer—Sattelspitz—Mörzelspitz—Guntenhang,

charakterisiert hat, die Fortsetzung speziell der Hochkastendecke, d. h. der ursprünglich im westlichen Säntis südlichsten Falte bilden.

Ohne auf diese Frage eingehen zu wollen, für deren endgültige Beantwortung eingehendere Untersuchungen in der älteren Kreide des Bregenzer Waldes nötig wären, möchte ich nur auf einige Vermutungen BLUMER'S, soweit sie für das vorliegende Gebiet in Betracht kommen, zurückgreifen. Bei der Beschreibung der Fähnern-Flyschmulde gibt BLUMER der Meinung Ausdruck, daß sich diese nach Osten fortsetze (p. 575). Tatsächlich bildet das Hochälpele eine Mulde, die sich mit der Fähnernmulde wohl vergleichen ließe. Die Übereinstimmung zwischen beiden geht sogar noch weiter: Nördlich der Fähnernmulde tritt nochmals Seewerkreide auf im Klameneggzuge, genau so wie nördlich des Hochälpele bei Unterriese, und im Mühlbach; allerdings nicht als deutliche Antiklinale wie im Klameneggzuge, — wohl aber könnte diese Kreide als liegender Sattel aufgefaßt werden.

Aus den beobachteten Verhältnissen in meinem Gebiet, speziell betreffend die Auflagerung von Flysch auf obere Kreide, geht für mich hervor, daß der Flysch, der im Norden

¹ BLUMER, Östlicher Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1905. p. 600 ff.

² VACEK, Vorarlberger Kreide. J. R. A. 1879. p. 659.

(und wohl auch der im Süden) der Vorarlberger Kreide auftritt, getrennt durch eine Breccie, die ich nur als eine Überschiebungsbreccie auffassen kann, über der oberen Kreide liegt, stellenweise auch über Flysch, der, wie südöstlich der Gschwendtalpe, normal auf Seewerkreide aufliegt. Diese Breccie habe ich in meinem Gebiet an dem beschriebenen Punkte oberhalb Unterriese gefunden; also gerade hier ist von einem allmählichen Übergang von oberer Kreide in Flysch, von Nummulitenschichten oder von Londonien, wie am Klameneggzuge, nicht die Rede.

Der Flysch des Hochälpele ist auf Kreide überschoben. Er läßt sich somit einer speziellen linksrheinischen Decke nicht gleichstellen, und dies trotz der äußerlichen Ähnlichkeit und ganz auffallenden Übereinstimmung des Fähnern mit dem Hochälpele. Von dieser Auffassung aus erklärt sich auch ohne weiteres die Tatsache, daß am Südhang des Hochälpele nicht die ältesten Schichten des Flysches auf die Kreide folgen, wie nördlich der Schwende, nämlich Chondritenflysch, sondern der nächstjüngere Horizont des Flysches, die älteren Sandsteine (siehe stratigraphischer Teil).

Schon mit Rücksicht auf diese grundsätzliche Verschiedenheit muß ich darauf verzichten, eine Parallelisierung der unter dieser Flyschdecke liegenden Kreidebildungen mit den linksrheinischen zu versuchen. Ich kann nur feststellen, daß auch sie nicht autochthon sind, sondern ihrerseits auf Flysch überschoben, der selbst autochthon sein oder einer noch älteren Decke angehören mag. Dies geht aus den von der Bregenzer Ach und vom Prühlbach geschilderten Verhältnissen hervor.

Außerdem aber kann die obere Kreide, wie im westlichen Teil, auch auf die Molasse geschoben sein, während ein Aufschub des Flysch auf Molasse nirgends direkt festgestellt werden konnte. Ob Flysch, z. B. der im Prühlbach unter der Kreide zutage tretende, seinerseits auf Molasse liegt, ob der Flysch gegen die Molasse an einer Verwerfung abbricht, darüber kann nach den Beobachtungen in meinem Gebiet nicht gesprochen werden.

Die Tektonik des Flysch- und oberen Kreidegebietes südlich der Molassezone hat sich in der nördlichen Flyschzone

des Bregenzer Waldes als so kompliziert herausgestellt, daß vorläufig über die Herkunft und Anzahl der übereinanderliegenden Decken aus der Betrachtung des Kartengebietes allein nichts gesagt werden kann.

Es fragt sich nun, ob und inwieweit sich die Flyschzone, die auch TORNQVIST¹ östlich von meinem Gebiete ausgeschieden hat, hierher verfolgen läßt. — Schon GÜMBEL² hat die zutreffende Beobachtung gemacht, daß der nördliche der beiden durch das Vorarlberger Kreidegebiet getrennten Flyschzüge von Sibratsgfall aus westwärts rasch so an Breite abnehme, daß man bei Andelsbuch und Schwarzenberg Mühe habe, dessen Dasein zu konstatieren. TORNQVIST's Untersuchungen haben dies bestätigt; er weist nach, daß die Flyschzone im Schmiedlebach kurz vor Egg gänzlich auskeilt, so daß die Schichten der älteren Kreidezone an die Molassezone heranreichen. In dem vorliegenden Gebiet tritt die Zone der älteren Kreide sehr schnell nach Süden zurück und die hierdann wieder ziemlich schnell breiter werdende Fortsetzung der östlichen Flyschzone ist durch eine auffallende Verbreitung von Seewerkreide charakterisiert. Der Flysch kommt zwar an einigen tiefgelegenen Stellen, im Prühlbach und in der Bregenzer Ach, auch zum Vorschein; das herrschende Gestein aber ist die Seewerkreide, und sie bliebe es auch noch weiter im Westen, wenn nicht im Hochälpele ein neuer Flyschberg die Flyschzone scheinbar fortsetzte. Daß sich dies in Wirklichkeit nicht so verhält, sondern daß der Hochälpeleflysch mit dem weiter östlich auftretenden nichts zu tun hat, glaube ich gezeigt zu haben.

Eine deutliche Längsstörung vom Charakter einer Verwerfung läßt sich am ganzen Nordrand der älteren Kreide gegen die obere Kreide und den Flysch verfolgen; sie läuft südlich der Hochstätte hin. Ihre Fortsetzung konnte ich dann nördlich des Klausbergs verfolgen, und es kann kein Zweifel sein, daß sie nach Osten sich noch weiter fortsetzt, wie dies durch ROTHPLETZ' Untersuchungen festgestellt ist. Anzeichen dafür, ob diese Störung älter oder jünger als die Faltungen

¹ TORNQVIST, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Dies. Jahrb. 1908.

² GÜMBEL, Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg. J. R. A. 1856. p. 14.

und Überschiebungen in der Flyschzone ist, oder ob sie das selbe Alter wie diese besitzt, sind im Kartengebiet nicht auffindbar gewesen.

Eine besondere tektonische Bedeutung besitzt aber der große SSO.—NNW. streichende Quersprung östlich der Hochstätte, welcher die eben erwähnte Längsstörung, und mit ihr zu gleicher Zeit den nördlichsten Zug der älteren Kreide stark versetzt hat; die östliche Partie des Kreidezuges ist an ihm um ca. 1500 m nach Norden vorgeschoben. Ein ähnlicher, aber in seinem Ausmaß viel geringerer Quersprung setzt zwischen beiden Klausbergen durch (vielleicht befindet sich ein ähnlicher jenseits des östlichen Kartenrandes). Der erstere Quersprung dürfte die Schichten der Flyschzone mit betroffen haben; dagegen ist eine Fortsetzung in die Molassezone nirgends bemerkbar. Diese Quersprünge müssen jedenfalls jünger sein als die große Längsstörung am Nordrand der älteren Kreidezone.

Lebenslauf.

Ich, EMIL ADOLF WEPFER, evangelischer Konfession, Sohn des † Fabrikanten EMIL WEPFER in Pordenone (Oberitalien) und seiner Ehefrau BERTHA geb. BODMER, wurde am 26. Februar 1883 in Pordenone geboren; ich bin schweizerischer Staatsangehöriger. Nach der durch den Tod meines Vaters (März 1890) veranlaßten Übersiedelung meiner Familie nach Stuttgart besuchte ich seit Herbst 1891 das dortige humanistische Eberhard-Ludwigs-Gymnasium, das ich am 1. Juli 1902 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich studierte dann vom Wintersemester 1902/03 bis Sommersemester 1904 einschließlich in Tübingen allgemeine Naturwissenschaften, sodann bis Wintersemester 1905/06 einschließlich in Marburg speziell Geologie, sodann bis Sommersemester 1907 einschließlich in Straßburg Geologie, und schließlich bis Wintersemester 1907/08 einschließlich in Königsberg i. Pr. gleichfalls Geologie.

Vorlesungen habe ich bei folgenden Herren Professoren und Dozenten gehört:

In Tübingen: BLOCHMANN, v. KOKEN, PASCHEN, SPITTA, v. VOECHTING, WISLICENUS.

In Marburg: BAUER, DREVERMANN, KAYSER, KORSCHOLT, LORENZ, MEYER, RICHARZ, SCHAUM, SCHWANTKE, ZINCKE.

In Straßburg: BENECKE, BRUHNS, BÜCKING, HANNIG, HOLZAPFEL, JOST, Graf zu SOLMS-LAUBACH, THIELE, TORNIQUIST.

In Königsberg: BRAUN, JOHNSEN, LÜHE, MÜGGE, TORNIQUIST.

Ihnen allen fühle ich mich zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Berichtigung zu Bell.-Bd. XXVII. 1.

Durch ein Versehen sind auf der beigegebenen Karte (Taf. I) vielfach die Flyschumgrenzungen als tektonische Begrenzungslinien ausgezogen. Die Grenzen des Flysches sind nur gegen die ältere Kreide, gegen die Seewerkreide und gegen die Molasse tektonische, nicht aber gegen die Moräne!