

Beiträge zur Geologie der helvetischen Zone zwischen Iller und Rhein.

Von Max Richter-Bonn.

(Mit einer tektonischen Karte als Textfigur.)

Auf einer Anzahl von Exkursionen im Sommer 1922 in der helvetischen Zone des Bregenzer Waldes und des Allgäus konnte ich eine Reihe von Beobachtungen machen, die in der -- allerdings auch noch recht dürftigen -- Literatur bisher nicht zu finden sind. Da mir eine Reihe dieser Beobachtungen für den Fortschritt von Stratigraphie und Tektonik im helvetischen Gebiet zwischen Iller und Rhein von Wert erscheinen, will ich sie im folgenden zusammenstellen.

Vorausschicken muß ich hier, daß die vorliegende Arbeit bereits am 20. Dezember 1922 abgeschlossen war und im Januar 1923 der Redaktion der Wiener Geologischen Gesellschaft eingereicht wurde. Da sich leider die Drucklegung so außerordentlich verzögerte, habe ich im Januar 1925 noch einige Änderungen vorgenommen, die sich auf neue Beobachtungen in den Sommern 1923 und 1924 stützen. In allen Arbeiten seit dem Frühjahr 1923 habe ich bereits auf diese im Druck befindliche Arbeit verwiesen, die gegenüber meinen ersten Flyscharbeiten *) einen wesentlichen Fortschritt bringt.

In diesen unterschied ich im Allgäu drei helvetische Decken: Hüttenbergdecke, Grüntendecke und Bregenzerwalddecke. Durch meine weiteren Beobachtungen hat sich aber herausgestellt, daß die Hüttenbergdecke nicht zu Recht besteht, sondern daß es sich hierbei um eine Reihe von Schubfetzen und Schuppen am Rande der helvetischen Decke überhaupt an der Grenze gegen die Molasse handelt, die wohl alle der Säntisdecke selbst angehören (Säntisdecke = Grünten + Bregenzerwalddecke). Die Hüttenbergdecke fällt also weg.

*) M. Richter. Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. Jahrbuch der geolog. Staatsanstalt, Wien 1922.

— Über den Zusammenhang der Säntis-Churfirstengruppe mit dem Bregenzerwald. Verhandl. der geolog. Bundesanstalt, Wien 1922.

— Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. Zentralbl. f. Min. etc. 1922, Nr. 8.

Anders dagegen steht es mit der Fortsetzung der Sämtisdecke östlich des Rheins, die sich hier in zwei Teilen findet, die wohl überall voneinander getrennt werden können. Der tiefere Teil bildet die Grüntenzone (Grüntendecke), der höhere die Bregenzerwalddecke. Aus der Grüntenzone bestehen östlich der Iller der Grünten und in dessen Fortsetzung der Kreidezug bis Pfronten, ebenso weiter östlich die Vorkommen helvetischer Kreide am Nordrand des südbayrischen (ostalpinen) Flysches.

Eine Fortsetzung der Grüntenzone über die Iller hinaus nach Westen war bisher gänzlich unbekannt. Vergangenen Sommer (1922) gelang es mir nun, die Grüntenzone auch westlich der Iller aufzufinden und ihre weitere Fortsetzung nach Westen bis zum Rheintal bei Dornbirn zu verfolgen.

Charakteristisch für die Grüntenzone sind mächtige Leistmergel (300 bis 400 m), Hachauer Schichten, Nummuliten-Lithothamnienkalke sowie Stadschiefer. Als besonders leitendes Gestein erwiesen sich rote vererzte Nummulitengesteine, wie sie in großer Ausdehnung im Kreide-Eozängebiet südlich des Grünten auftreten. Ihr südlichstes Vorkommen im Grüntengebiet liegt gleich südlich der Straße Sonthofen-Hindelang am Waldrand, 200 m bevor diese die Ostrach überschreitet.

Es sind zwei Aufschlüsse vorhanden: in dem östlichen stehen südfallende graue glaukonitische Mergelkalke und rote vererzte Kalke voller Assilinen an, dann graugrüne kalkige Sandsteine mit kleinen Nummuliten, zahlreichen feinen Glimmerschüppchen und Pflanzenresten.

50 m weiter westlich folgt zunächst ein schwärzlicher Kalk mit zahlreichen weißlichgrünen, gebleichten Glaukonitkörnern. Dadurch erhält das Gestein ein ganz charakteristisches tuffiges Aussehen. Danach folgt grauer Kalk mit Glaukonitkörnern, von denen einzelne bis 1 mm Größe erreichen. Zuletzt steht vererzter roter Assilinenkalk an.

Die grauen glaukonitischen Mergelkalke im ersten östlichen Aufschluß gehen in graue Stadschiefer über. Sehr gut ist dies an der Stelle zu beobachten, wo aus dem Walde ein Weg herauskommt. Hier befindet sich am Waldrand ein etwa 4 m hohes Wändchen aus rotem, vererzten Assilinenkalk, steil südfallend, etwa 2 m mächtig. Auf ihn folgen zirka 2 m grün-

sandige Kalke, die in dunkelgraue Glaukonitkalke, diese dann wieder in graue Mergel (Stadschiefer) übergehen. Auch in den Mergeln kommen noch einzelne grünsandige Lagen vor.

Diese Gesteine der Grüntenzone werden dann gegen Liebenstein bei der Ostrachbrücke von Wildflysch überlagert, der auf die Grüntenzone aufgeschoben ist. Ich komme hierauf weiter unten näher zurück.

Außerdem sind aber auch an der Zusammensetzung der Grüntenzone noch Wangschichten beteiligt. Solche finden sich östlich von Sonthofen in der Umgebung der Ruine Fluhestein. Dort stehen beim Schloßbauer schwärzliche Kalke und Mergel, glaukonitführend, an mit südlichem Einfallen. Die Ruine selbst steht auf grauem, knolligem Nummulitenkalk. 20 m NO davon sind am Weg die gleichen schwärzlichen Wangschichten wie beim Schloßbauer aufgeschlossen.

Die gleiche Zone von Leistmergel, Wangschichten, Nummulitengesteinen und Stadschiefern, die das ganze Gebiet südlich vom Grünten aufbaut, setzt nun nach Westen über die Iller fort. Die Grüntenzone findet also an der Iller kein Ende, sondern zieht nach Westen in den Bregenzer Wald hinein.

Eine wichtige Tatsache tritt hiebei sofort scharf heraus: was von der Grüntenzone westlich der Iller vorhanden, ist nicht mehr der schöne Faltenzug des Grünten, eine bis zu 6 km breite Zone wie östlich der Iller. Eine relativ schmale und zusammengedrückte Zone von oberster Kreide und Eozän ist die Fortsetzung der Grüntenzone westlich der Iller.

Im Grüntenstock selbst sieht man die ältere Kreide mit einem außerordentlich steilen Achsengefälle (zirka 50°) nach Westen gegen die Iller untertauchen.

Die Tektonik des Grüntenstockes ist ja bereits von Arn. Heim so ausgezeichnet beschrieben worden,¹⁾ daß ich nichts weiter hinzufügen kann.

Infolge des starken Achsengefälles tauchen die Gewölbe des Grünten sehr rasch nach Westen unter. Das morphologisch

¹⁾ Arn. Heim. Zur Geologie des Grünten im Allgäu. Festschrift Alb. Heim, Zürich 1919.

Zu berichtigen wären in der Arbeit nur einige sinnstörende Druckfehler. So ist in Fig. 3: Profilskizze längs des synklinalen Gipfelgrates des Grünten die Höhenlinie statt 1700 m, wie angegeben, 1600 m. In Fig. 9: Profilskizzen durch den Grünten ist der Maßstab statt 1:30.000, wie angegeben, 1:15.000.

so plötzliche Westende des Grüntes findet also seine Erklärung durchaus in der Tektonik.

Die ältere Kreide ist daher an der Iller schon weit unter die jüngeren Kreide- und Eozänschichten untergetaucht und kommt westlich der Iller nicht mehr empor. Die Grüntenzone besteht hier nur noch aus den jüngeren Kreide- und Eozänschichten.

Relativ gute Aufschlüsse in dieser Zone gleich westlich der Iller bietet der Ostabfall der Wittelsbacher Höhe bei Sigishofen. Dieses Gebiet ist erstmals von Rösch zur Darstellung gebracht worden.²⁾ Dessen Kartierung und Beschreibung dieser so wichtigen Zone ist aber sehr unvollkommen und noch mehr unzutreffend. Die vorhandenen Aufschlüsse sind weit besser, als es nach Karte und Beschreibung von Rösch zu erwarten ist. Außerdem aber hat er die vorhandenen Schichten, abgesehen von dem leichtkenntlichen Nummulitengestein, in keiner Weise erkannt.

Im Herbst 1922 habe ich daher das kleine Gebiet am Osthang der Wittelsbacher Höhe aufgenommen. Eine kurze Beschreibung des kleinen Gebietes möge die Verhältnisse erläutern.

Von Sigishofen führt ein Weg in westlicher Richtung gegen die Wittelsbacher Höhe zu. Zuerst stehen am Waldrand dunkelgraue bis schwärzliche Mergel und schiefrige Kalke an, typische Wangschichten, zirka 50° südfallend.

Im Schlift sieht man eine bräuntliche Kalkgrundmasse mit zahlreichen Glaukonitkörnern, bis 0.3 mm groß, und zahlreichen Quarzkörnern, bis 0.4 mm, sowie Putzen von Schwefelkies. In der Grundmasse liegen in großer Menge Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmte:

Oligostegina laevigata K.

Textularia globulosa Ehrenbg.

Globigerina sp.

Noniona sp.

Noxosaria sp.

Cristellaria sp.

Gleich darauf folgen, etwa 10 m vor der Wegbiegung nach Süden, grünliche, sehr kalkreiche Mergel, typische Leistmergel.

²⁾ A. Rösch. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. Diss. München 1905.

Nach der Biegung stehen diese zunächst noch an, dann folgen wieder Wangschichten wie vorhin, mit einzelnen schwärzlichen, glaukonitreichen Kalkbänken, steil südfallend. Etwa 20 m weiter südlich sind in geringer Ausdehnung am Wegrand grüngraue Stadschiefer aufgeschlossen. Sie gleichen sehr den Leistmergeln. Ein Schliff zeigt folgendes:

In grauer Kalkgrundmasse liegen einzelne kleine eckige Quarzkörner, bis 0.05 mm; vereinzelt auch kleine Glaukonitkörner, bis 0.06 mm. Das Gestein ist erfüllt von Foraminiferen, die aber meist schlecht erhalten sind. Sicher ließ sich davon nur *Globigerina bulloides* d'Orb. bestimmen.

Nach diesen Stadschiefern folgen wieder Wangschichten, die von Leistmergeln unterlagert werden. Dann steht nach 5 m Schuttunterbruch schlecht aufgeschlossenes vererztes Nummulitengestein an. Nach der Umbiegung nach Westen ist auf beiden Seiten des Weges Nummulitengestein, meist kalkig und reich an Glaukonit, im Süden von grauen Stadschiefern begleitet. Interessant ist eine Partie eingeklemmter Stadschiefer in Nummulitenkalk. Bevor der Weg dann nach Süden gegen Seewendel umbiegt, stehen beiderseits des Weges die grauen Stadschiefer an.

Diese zeigen u. d. M. folgendes: In grauer Kalkgrundmasse liegen vereinzelt kleine Glaukonit- und Quarzkörner, letztere häufiger, bis 0.05 mm. Ferner zahlreiche Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmte:

Globigerina bulloides d'Orb.

Globigerina conglobata Br.

Cristellaria sp.

Nodosaria sp.

Nordwestlich von der ersten großen Wegkurve westlich Sigishofen ist ein Tobel, der ebenfalls recht gute Aufschlüsse bietet. In seinem unteren Teil finden sich auf der Südseite drei größere Vorkommen von grauem, teilweise auch rot vererztem Nummulitenkalk mit *Assilina exponens*, *Orthophragminen*, kleinen Nummuliten, Zweischalern usw.

Weiter oben teilt sich der Tobel in zwei Arme. In beiden sind teils grünliche, teils dunkelgraue typische Stadschiefer aufgeschlossen, ganz vom gleichen Habitus, wie sie im ganzen Grüntengebiet und auch weiter östlich vorkommen (Reichen-

bachtobel bei Nesselwang, Scheidbachtobel westlich von Pfronten).

Steigt man wenig oberhalb der Teilungsstelle des Tobels vom südlichen Arm desselben einige Meter hangaufwärts, so findet man den bereits von Rösch beschriebenen Felsen von Nummulitengestein (zirka 6 m lang und über 4 m hoch). Es handelt sich hier um schwärzlich-grünen Nummulitenkalk, teilweise rot vererzt. Mit ihm verknüpft sind graue Stadschiefer, die den Felsen umgeben.

Weiter oberhalb dieser Stelle stehen an dem Fußpfad zur Wittelsbacher Höhe dunkle Wangschichten an, die die Fortsetzung der Wangschichten beim Eingang zum Hohlweg nach Seewendel bilden.

Aus den Aufschlüssen geht also hervor, daß die Zone von Sigishofen mehrfach geschuppt und gestört ist, und sie erweist sich so auch tektonisch als die Fortsetzung des Gebietes südlich vom Grünten, dessen Kreide-Eozänserie ja ebenfalls stark zerstückelt und geschuppt ist.

Südlich und westlich Sigishofen treten nun noch andere Gesteine auf, die ich nicht mehr der Grüntenzone zurechnen möchte. An der Straße Sigishofen—Weiler (Fischen) finden sich graue, dünnschiefrig ebenspaltende Mergel, denen ab und zu graue Sandkalke eingelagert sind. Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt mindestens 300 bis 400 m.

Die gleichen Mergel treten ferner z. B. westlich Fischen bei Berg auf, dann in größerer Ausdehnung im Ettensbachtal NO. Ofterschwang, ferner in einer schmalen, verquetschten Zone südlich vom Bolgen und Riedberger Horn. (Auf diese Stelle komme ich weiter unten noch zurück.)

Diese Mergel gehören zweifellos dem Niveau der Stadschiefer bzw. der Flyschkalkzone an (mittel-obereoän) und stehen ihrer Fazies nach zwischen typischen Stadschiefern und der Flyschkalkzone. Stellenweise ähneln sie mehr den Stadschiefern, während sie an anderen Stellen wieder mehr den Habitus der Flyschkalkzone zeigen.

Ein Schliff aus diesen Schiefen vom Ettenbachstal östlich Ofterschwang zeigt folgendes Bild: In einer bräunlichen Kalkgrundmasse liegen einzelne Quarzkörnchen, die nicht über 0.04 mm Größe erreichen. Ferner liegen in der Grundmasse

zahlreiche kleine Foraminiferen, Globigerinen, Textularien). Sehr auffallend dabei ist, daß die größten Formen der Textularien höchstens 0.06 mm erreichen, während es die größten Globigerinen sogar nur auf 0.04 mm Größe bringen. Es handelt sich also um eine „Mikrofauna“ von Foraminiferen.

Über diesen zweifellos in tieferem Wasser zum Absatz gekommenen Mergeln, die ich „Ofterschwanger Mergel“ nenne, liegen Oberzollbrücker Sandsteine. Diese bilden westlich der Iller eine große Mulde. Sie finden sich im oberen Ettensbach östlich Ofterschwang, dann in der Umgebung von Kierwang. Ferner bauen sie fast das ganze westlich davon gelegene Gebiet auf, das dadurch auch morphologisch scharf gekennzeichnet ist. So bestehen die Kämme und Gipfel von Sigiswanger und Rangiswanger Horn, Weilerkopf, Bolsterlanger Horn, der Grat des Bolgens, Ochsenkopf und Riedberger Horn aus Oberzollbrücker Sandsteinen.³⁾

Alle diese genannten Gipfel gehören der großen Mulde an. Die Sandsteine dieser Mulde heben nach Osten zur Iller hin aus. Etwa längs der Linie Ofterschwang—Schweineberg—Mühlegg

Bolsterlang treten überall unter den Oberzollbrücker Sandsteinen die Ofterschwanger Mergel heraus.

Aus den geschilderten Verhältnissen geht deutlich hervor, daß das im Grünten selbst vorhandene Achsenfallen nach Westen sich auch westlich der Iller zunächst noch fortsetzt; die gesamten Kreide- und Eozänschichten des Grüntengebietes (sowie das Kreide- und Eozängebiet von Sigisshofen) tauchen nach Westen unter Ofterschwanger Mergel und Oberzollbrücker Sandsteine unter.

Die tektonische Stellung der Ofterschwanger Mergel und der Oberzollbrücker Sandsteine ist noch nicht ganz klar. Daß beide zusammen gehören, scheint mir ziemlich sicher zu sein. Die Ofterschwanger Mergel sind ein nördliches Äquivalent der Flyschkalkzone. Aus den Lagerungsverhältnissen im Gebiet der Schöneberger Ach (bei Fischen) und weiter drüben im Gebiete des Hochälpele scheint aber doch mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, daß es sich nicht um eine normale Auflagerung

³⁾ Abgesehen von den Gesteinen der unterostalpinen Klippenzone, die überall in Fetzen vorkommen.

auf die Serie der Bregenzerwalddecke handelt, sondern um ein höheres tektonisches Element. Infolgedessen betrachte ich Ofterschwanger Mergel und Oberzollbrücker Sandsteine als einer ultrahelvetischen Decke zugehörig, die ich nach P. Meesmann als Hochkugeldecke bezeichne. Weiter unten komme ich auf diese noch mehrfach zurück.

Östlich der Iller findet sich ein genaues Spiegelbild zu den eben geschilderten Verhältnissen. Auch dort tritt eine große Mulde von Oberzollbrücker Sandsteinen auf. Es ist das Gebiet von Roßkopf—Wertacher Hörnle—Wertachtal, das ebenfalls von Oberzollbrücker Sandsteinen aufgebaut wird, unter die infolge des Axialgefälles nach Osten die Nummulitengesteine und Stadschiefer der Grüntenzone hinuntertauchen.

Noch in meiner Arbeit über den Flysch im östlichen Allgäu⁴⁾ habe ich diese Zone der normalen helvetischen Serie, nämlich der Grüntenzone, zugerechnet. Diese Auffassung ist heute unhaltbar geworden. Die Oberzollbrücker Sandsteine des Wertachtales und die Flyschkalkzone, die im Fenster von Jungholz weit nach Osten in den ostalpinen Flysch eingreift, gehören nicht der Grüntenzone, sondern einer ultrahelvetischen Decke an.

Ebenso sind die Schubfetzen, die sich auf der Nordseite des Edelsbergstockes befinden und die ich für solche der Bregenzerwalddecke hielt, ebenfalls ultrahelvetisch.

Verfolgen wir nun die oben beschriebene ultrahelvetische Mulde westlich der Iller in ihrem weiteren Verlauf.

Am nördlichen und südlichen Muldenrand treten unter den Oberzollbrücker Sandsteinen noch in schmalen Zonen die Ofterschwanger Mergel heraus. So fand ich sie z. B. auf der Südseite vom Bolgen zwischen Oberzollbrücker Sandsteinen und südlich liegendem Wildflysch in einer schmalen verquetschten Zone. Der Wildflysch selbst ist unter die auf ihn aufgeschobene Bregenzerwalddecke eingewickelt (vgl. unten). Ebenso finden sich Ofterschwanger Mergel im Norden an der Grenze gegen die Molasse in großer Ausdehnung.

Westlich der Bolgenach treten die Oberzollbrücker Sandsteine am nördlichen Hochschelpen und Gelbhänskopf, dann

⁴⁾ M. Richter. Kreide und Flysch im östlichen Allgäu zwischen Wertach und Halblech. Jahrbuch d. geolog. Bundesanstalt, Wien 1924.

auf dem Kamm nördlich des Feuerstätterberges auf (inwieweit hier auch noch Sandsteine der unterostalpinen Feuerstätterdecke vorhanden sind, ist noch unklar, die Arbeit von Cornelius wird wohl die Klärung bringen).

In diesem ganzen Gebiet sind von der Grüntenzone keinerlei Spuren vorhanden. Mit der Zone von Sigishofen taucht diese nach West unter die ultrahelvetischen Massen unter und bleibt bis gegen die Bregenzer Ach hin verschwunden.

Beiderseits der Bregenzer Ach finden sich nun wieder die ersten Anzeichen der Grüntenzone. Es gehören hieher zunächst die verquetschten Fetzen von Nummulitenkalk im Schmidlebach bei Egg.

Das ist aber nicht das einzige Vorkommen. Herr Oberlehrer Feßler von Andelsbuch hat neuerdings noch weitere Vorkommen von Nummulitengesteinen aufgefunden, deren Vorkommen er mir 1922 mitteilte, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danken möchte. 1923 habe ich dann selbst das eine Vorkommen besichtigt.

So finden sich nordöstlich von Andelsbuch im Haslerbach graugrüne sandige Nummulitenkalke, reich an Glaukonit. Auch hier finden sich in dem Gestein weißliche Körner, die dem Gestein das tuffige Aussehen geben, das ich schon oben bei den Nummulitengesteinen an der Hindelanger Landstraße erwähnt habe.

Weitere Vorkommen desselben Gesteins sind nach Herrn Oberlehrer Feßler an der Einmündung der Stangenach in die Bregenzer Ach sowie weiter westlich im Tal der Stangenach.

Im Tal des Haslerbaches fand sich folgende Fauna:⁵⁾

Assilina exponens SOW.

Chama lamellosa MÜNST.

Spondylus Münsteri GÜMB.

Spondylus asperulus. MÜNST.

Lamna obliqua AGASS.

Pecten sp.

Gastropoden.

Diese Nummulitengesteine liegen alle normal auf Wangschichten, die in der Umgebung von Andelsbuch große Aus-

⁵⁾ Bestimmt von Prof. Schlosser, München. (Nach Mitteilung von Herrn Feßler.)

dehnung erlangen. Wepfer⁶⁾ hat daraus eine Fauna beschrieben, die er in das Untersenon gestellt hat, während er den Charakter dieser Schichten nicht erkannte. Ich konnte mich davon überzeugen, daß es sich um echte Wangschichten handelt, die Fauna also nicht in das Untersenon, sondern in das Obersenon gehört. Unterlagert werden die Wangschichten von Leistmergeln.

Beiderseits der Bregenzer Ach tritt also die Grüntenzone wieder unter der ultrahelvetischen Deckenmasse heraus, mit einem Schichtbestand von Leistmergeln, Wangschichten und Nummulitengestein. Es entspricht dies genau den Verhältnissen bei Sigishofen.

Die Weiterverfolgung der Grüntenzone nach Westen stößt nun zunächst auf Schwierigkeiten. Denn sie verschwindet wieder tunnelartig unter ultrahelvetischen Gesteinen, die das Hochälpele und dessen weitere Umgebung aufbauen. Weiter unten werde ich auf die Analyse des Hochälpele näher eingehen.

Und erst auf der anderen Seite des Gebirges, am Abfall in das tiefe Rheintal, finden sich wieder Spuren der Grüntenzone, unter der ultrahelvetischen Klippenmasse erneut herausschauend.

Hier finden sich im Mühlebachtobel bei Dornbirn Nummulitengesteine. Teilweise handelt es sich um dunkelgrünen glaukonitischen Kalk, daneben aber tritt, und zwar überwiegend, vererzter roter Nummulitenkalk auf, genau wie drüben an der Iller. Dieses Vorkommen wurde zuerst durch Gumbel bekannt.⁷⁾

Nun gelang es mir im Sommer 1922, im Dornbirner Achtal gegenüber vom Gütle ein weiteres Vorkommen von Nummulitengestein aufzufinden. Gegenüber der Spinnerei treten auf eine längere Wegstrecke gut aufgeschlossen graue Mergel auf, die ich für typische Stadschiefer halten möchte. In ihnen finden sich ganz dünne Lagen von schwarzem glänzenden Schiefer, der in kleine unregelmäßige Blättchen zerfällt. Die Stadschiefer sind stark gestaucht und verquetscht.

⁶⁾ A. Wepfer. Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. N. Ib. f. Min. etc. Beil.-Bd. 1909.

⁷⁾ C. W. Gumbel. Beiträge zur geognost. Kenntnis von Vorarlberg. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1856, Seite 23.

Als Einlagerung tritt in ihnen Nummulitengestein auf. Es bildet eine 2.5 m lange, stark deformierte Linse, die nach beiden Seiten rasch auskeilt. Daß dieses Auskeilen tektonisch bedingt ist, geht daraus klar hervor, daß in der beiderseitigen Fortsetzung dieser Linse sich eine Reihe von isolierten Blöcken und Trümmern des Nummulitengesteins findet. Die ursprünglich zusammenhängende Nummulitenkalkbank ist also verquetscht und in einzelne Linsen und Fetzen zerrissen worden.

Petrographisch ist das Nummulitengestein ein grauer Kalk mit zahlreichen Glaukonitkörnern. Der Glaukonitgehalt schwankt; stellenweise tritt der Glaukonit so zurück, daß kleine graue Kalknester entstehen.

An Fossilien fand ich Orthophragminen und Reste von Zweischalern (*Pecten* sp.). Ferner stecken in dem Kalk eckige Quarzkörner, die bis 0.8 cm Größe erreichen.

Die Verquetschung des Nummulitenkalkes sowie die intensive Stauchung der Stadschiefer ist durch die südlich aufgeschobene Bregenzerwalddecke bedingt. (Schrattenskalk des Brenntenkopfs.)

Diese Überschiebung auf die Grüntenzone läßt sich nun südlich vom Tal der Dornbirner Ach recht gut verfolgen. Die Schubfläche liegt unter dem Breiterberg. Dieser besteht aus einer großen liegenden Falte von gedoppeltem Schrattenskalk, der auf graugrünliche Leistmergel mit Inoceramen aufgeschoben ist. Stellenweise scheinen noch Kalke des Hauterive dazwischen geklemmt zu sein.

Schliffe durch die Leistmergel nördlich vom Mühlebach-tobel zeigen folgendes Bild: In graugrüner Kalkgrundmasse liegen spärliche Glaukonitkörner, bis 0.05 mm, dann vereinzelt kleine eckige Quarzkörner, bis 0.04 mm groß. Das Gestein ist voll von Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmte:

- Discorbina canaliculata* R.
- Oligostegina laevigata* K.
- Textularia globulosa* B.
- Globigerina aequilateralis* BR.
- Globigerina cretacea* d'ORB.

Etwas verschieden von diesem Schliffbild ist ein Schliff durch eine kalkige Bank, die den Mergeln eingeschaltet ist. Hier erreichen die Glaukonitkörner bis 0.1 mm, die eckigen

Quarzkörner bis 0.15 mm Größe. Außer den obgenannten Foraminiferen sind hier noch *Pithonella ovalis* LOR., *Noniona* sp. und *Operculina* sp. vorhanden.

Die Überschiebung läßt sich weiterhin gut nach Osten verfolgen, unter dem Kuhberg entlang, dann südlich Boden. Auch hier liegt Schrättenkalk auf Leistmergeln der Grüntenzone. Weiter ist die Überschiebung gut aufgeschlossen an der Stelle, wo sie die Dornbirner Ach zwischen Gütle und Staufensee überquert.

Hier folgen auf jene oben beschriebenen Stadschiefer mit Nummulitengestein (wie auch vorher) graue und grünliche Leistmergel. Wo die Dornbirner Ach nach Süden umbiegt, werden diese von Schrättenkalk überschoben. Auf diesen legen sich unmittelbar wieder Leistmergel. Sehr bemerkenswert ist eine außerordentlich starke Schieferung, wie sie sonst an den Leistmergeln im ganzen Achtal nicht zu beobachten ist und wie sie überhaupt, wenigstens im Vorarlberg und Allgäu, sehr selten ist. Durch die Clivage zerfallen die Leistmergel hier griffelschieferähnlich.

Der eben erwähnte Schrättenkalk stellt eine Linse oder einen Keil inmitten von Leistmergeln dar. Die Leistmergel südlich von ihm gehören wohl schon bereits der Bregenzerwalddecke an.

Auf diese folgt wenig verquetschter „Gault“ (vermutlich Twirrenschichten des Albian), darauf in geringer Mächtigkeit wieder verquetschte Leistmergel, die dann erneut von Schrättenkalk überschoben werden.

Die Überschiebung der Bregenzerwalddecke auf die Grüntenzone bietet hier also das Bild einer hochkomplizierten Schuppenregion dar, in der die verschiedensten Schichtglieder durcheinander gestoßen sind.

Die hier skizzierte Überschiebung war bereits Rothpletz bekannt. Er sah in ihr ein Stück seines „Längsbruches“ Langenwang (Illertal)—Dornbirn—Säntis.⁸⁾

Daß es sich nicht um einen Bruch handelt, glaube ich mit den eben kurz skizzierten Verhältnissen gezeigt zu haben.

⁸⁾ A. Rothpletz. Geolog. Alpenforschungen, Teil II. München 1905. Seite 33.

Verfolgen wir nun die Überschiebung weiter nach Osten. Ihre Fortsetzung bis hinüber zur Bregenzer Ach tritt auf der Karte von Wepfer⁹⁾ deutlich heraus. Auch Wepfer spricht von einer Verwerfung.

Nördlich der Alpe Weißenfluh folgen (von Nord nach Süd) auf Leistmergel zuerst „Gault“, grünsandige Mergel und Kalksandsteine mit Fossilien, wahrscheinlich Twirrenschichten, dann Seewerkalk mit Inoceramen, dann nochmals Grünsande, hierauf Schrattenkalk. Die Grenzen zwischen den einzelnen Stufen sind tektonisch, auch hier sind die Schichten mehr oder weniger durcheinander gestoßen. Also das gleiche Bild wie drüben an der Dornbirner Ach. Hervorzuheben ist das Vorkommen von Seewerkalk, der nach Wepfer hier überall stratigraphisch fehlen soll.

Westlich vom Klausberg wird die Überschiebung von einer von Wepfer aufgefundenen Querstörung durchsetzt, die den östlichen Teil um zirka 1½ km nach Norden verschiebt. Es handelt sich also wohl um eine reine Horizontalverschiebung (Blattverschiebung), wie solche im Säntisgebiet ja weit verbreitet sind.

Wenig nördlich vom Bahnhof Schwarzenberg übersetzt die Überschiebung die Bregenzer Ach, zieht dann weiterhin am Nordfuß der Niedere und Winterstaude entlang, immer scharf markiert durch Schrattenkalk oder Drusbergschichten auf der Südseite, Leistmergel oder Wildflysch auf der Nordseite. Dann verläuft sie weiter über die Dreihüttenalp zum oberen Teil des Hirschgundertales und durch das Rohrmooser Tal bis zur Breitach westlich Oberstdorf. Diese letzte Strecke ist bereits früher von mir beschrieben worden.¹⁰⁾

Der „Längsbruch“ von Rothpletz verläuft also nicht von der Winterstaude nach Langenwang, sondern durch das Rohrmoosertal nach Osten. Rothpletz hat bei seinem Längsbruch zwei ganz verschiedene Zonen zusammengeschaltet.

Die große Überschiebung zwischen Dornbirn und Oberstdorf hat eine Länge von 45 km, ist also recht bedeutend. Sie teilt die Hauptmasse der Bregenzerwalddecke von der Grüntenzone ab.

⁹⁾ l. c. 1909.

¹⁰⁾ Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. l. c. 1922.

Das nun an und für sich so einfache Verhältnis wird aber nun dadurch gewaltig kompliziert, daß sich nördlich dieser Überschiebungslinie große Massen einer höheren Decke einschalten, die ultrahelvetischer Herkunft ist.

Schon oben habe ich die Tatsache gebracht, daß die Ofterschwanger Mergel und die Oberzollbrücker Sandsteine, unter die die Grüntenzone an der Ilter nach SW. untertaucht, einer ultrahelvetischen Schubmasse zugerechnet werden müssen. Weiter habe ich erwähnt, daß die Grüntenzone am Rheintal bei Dornbirn wieder unter dieser ultrahelvetischen Hochkugeldecke auftaucht, ebenso treten auch die Wangschichten und Nummulitengesteine beiderseits der Bregenzer Ach in der Umgebung von Andelsbuch fensterartig unter der Hochkugeldecke heraus.

Dadurch ergibt sich die interessante Tatsache, daß der größte Teil der nördlichen Flyschzone ultrahelvetisch ist.

Im folgenden sei nun der ultrahelvetische Teil derselben betrachtet. (Hochkugeldecke.)

Die Hochkugeldecke setzt sich aus Leistmergeln, Wildflysch, Flyschkalkzone, Ofterschwanger Mergeln und Oberzollbrücker Sandsteinen zusammen. Sie ist also eine wirkliche „Flyschdecke“. Die Leistmergel enthalten vielfach bei größerem Kalkgehalt rot gefärbte Partien, die als Förstlichichten bezeichnet werden.¹¹⁾ (Couches rouges nach Cornelius¹²⁾). Die Bezeichnung Couches rouges würde man am besten im helvetischen Faziesgebiet aufgeben und nur auf die unterostalpine Oberkreide anwenden.

Sehr komplizierte Verhältnisse herrschen im unteren Teil des Dornbirner Achtals, die ich zunächst kurz skizzieren möchte. Die fensterartig auftauchenden Nummulitengesteine der Grüntenzone im Mühlebachtobl habe ich bereits oben erwähnt.

Im Tal stehen zwischen Dornbirn und Boden auf der nördlichen Talseite graue organogene Kalke an, wechsellagernd mit grauen Sandkalken. Also typische Flyschkalkzone wie bei

¹¹⁾ Arn. Heim. Der Alpenrand zwischen Appenzell und Rheintal und das Problem der Kreide-Nummuliten. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. N. F. 53. Lief. 1923.

¹²⁾ H. P. Cornelius. Vorläufiger Bericht über geolog. Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippenzone. Verhandl. geolog. Bundesanstalt 1921.

Oberstdorf, Hindelang usw. Die Kalke sind sehr stark gefaltet, im Schliff zeigt sich eine dichte graue Kalkgrundmasse, in der massenhaft Spöngiennadeln und Pithonella sp. liegen; ferner kleine eckige Quarzkörner, 0.01 bis 0.02 mm, und sehr selten kleine Glaukonitkörner, bis 0.04 mm groß.

Darauf folgen bei der Brücke vor Boden ebenso typische Oberzollbrücker Sandsteine, während auf der anderen Talseite fortgesetzt Leistmergel anstehen.

Hinter Boden schauen an einem kleinen Fußweg graue ebenspaltende Mergel an der Wegböschung heraus, erinnernd an Ofterschwanger Mergel. Dann folgen hinter der Brücke zwischen Boden und dem Gütle Glaukonitsandsteine, quarzitisches, die stellenweise konglomeratische Lagen enthalten. Die Komponenten sind folgende: Quarz, teils eckig, bis 0.7 cm, nicht selten; Brocken von verwittertem, grünem Eruptivgestein, bis 0.5 cm, ferner Brocken von dichtem grauem Kalk, bis 0.7 cm groß. Im Dünschliff zeigen sich ferner noch Muskovit und Biotit in einzelnen Fetzen, dann seltene kleine Körner von Zirkon, bis 0.1 mm und Putzen von Pyrit. In großer Zahl sind Glaukonitkörner in dem Gestein verteilt, die bis 0.4 mm Größe erreichen. Das Bindemittel besteht aus amorpher Kieselsäure.

Ganz das gleiche Gestein fand ich im Wildflysch der Trettachanlagen bei Oberstdorf; während ich es dort damals für einen exotischen Block hielt (bei den sehr schlechten Aufschlüssen) und auch als solchen beschrieb, bin ich jetzt der Ansicht, daß dieses Gestein nicht in Blöcken im Wildflysch vorkommt, sondern mehr oder weniger mächtige stratigraphisch eingelagerte Bänke bildet.

Dasselbe Gestein steht auch am Wege vom Gütle zum Bödele unmittelbar südwestlich vor Kehlegg an, darunter folgen hier Ofterschwanger Mergel, darüber Leistmergel. Das Profil steht hier also auf dem Kopf.

Für dieses Gestein paßt am besten die Bezeichnung „konglomeratischer Glaukonitquarzit“. Ob es im Wildflysch einen bestimmten stratigraphischen Horizont bildet, muß noch näher untersucht werden. Merkwürdig bleibt immerhin sein konstantes Auftreten in geringer Höhe über den Leistmergeln bei Oberstdorf und Dornbirn, was den Schluß auf ein bestimmtes Niveau nahelegt.

Alle die eben beschriebenen Gesteine auf der Nordseite des Dornbirner Aichtales gehören der Hochkugeldecke an. Gesteine der Grüntenzone finden sich nur noch NO von Dornbirn bei Rhomberg und Unterriese, wo dieselben Wangschichten wie bei Andelsbuch auftreten. An der Schwende verschwinden sie dann aber unter der ultrahelvetischen Masse des Hochälpele, um erst wieder jenseits desselben im Bregenzer Aichtal fensterartig aufzutauchen.

Nun noch einige Worte über den Bau des Hochälpele, 1467 m, zwischen Dornbirn und dem Bregenzer Aichtal, das ganz der Hochkugeldecke angehört.

E. Wepfer hat zuerst den Bau des Hochälpele aufgezeigt und ist der Wirklichkeit bereits ziemlich nahe gekommen. Nach ihm ist dieser Berg eine Mulde von Flyschschichten, die auf „Seewerkreide“ (Leistmergel) geschoben sind. Leistmergel und Flysch seien durch eine „Dislokationsbrekzie“ voneinander getrennt.

Diese „Dislokationsbrekzie“ ist aber typischer Wildflysch, in den die Leistmergel übergehen.

Ein sehr klarer Aufschluß liegt direkt östlich unter dem Grat des Gräsakopfes, 1376 m, SO der Gschwendtalpe. Hier ist folgendes Profil aufgeschlossen: Zuunterst graue Leistmergel. Diese gehen nach oben in dunklere, dann in schwärzliche schieferige Mergel über, bis zuletzt typischer Wildflysch mit Sandkalk- und Ölquarzitbrocken resultiert. Der Übergang geht auf etwa 10 m vor sich, in der Übergangszone läßt sich die Wechsellagerung von Bänken grauer Leistmergel mit solchen schwarzer glänzender Schiefer des Wildflysches beobachten. Ein Schliff durch diese letzteren zeigt in einer homogenen braunen tonigen Grundmasse neben zahlreichen Putzen von Pyrit seltene Glaukonitkörner, bis 0.04 mm und häufige Quarzkörner, bis 0.1 mm groß.

Oberhalb der Übergangszone folgen etwa 10 m Wildflysch. Im oberen Teil desselben, nahe seiner Obergrenze, ist eine zirka 20 cm mächtige Lage roter und grüner Schiefer eingeschaltet. Darüber liegt dann nochmals 1 m Wildflysch.

Darüber legen sich mit sehr scharfer Grenze graue ebenspalternde Mergel und Kalkbänke mit Chondriten, Äquivalente der Flyschkalkzone bzw. Ofterschwanger Mergel.

Die roten und grünen Schiefer entsprechen wahrscheinlich den früher schon von mir beschriebenen bunten Schiefen im obersten Wildflysch in der Umgebung von Oberstdorf und nördlich vom Edelsberg. Überall fand ich sie bisher immer nur im obersten Teil des Wildflysch, weshalb ich annehme, daß sie einen bestimmten stratigraphischen Horizont darstellen.

Auffallend ist die außerordentlich geringe Mächtigkeit des Wildflysch von nur 10 m!

Ebenso gering mächtig ist dieser auch nördlich der Gschwendtalpe. Ein weiterer guter Aufschluß liegt auf der Südseite vom Gräsakopf. Auch hier sind zuunterst graue und grünlige Leistmergel. Stellenweise sind ihnen dünne Lagen roter Mergel eingeschaltet (Förstlischichten!). Darüber folgt Wildflysch, hier geht der Übergang rascher vor sich. Auch an dieser Stelle ist der Wildflysch nur 8 bis 10 m mächtig. Darüber legen sich, wieder mit sehr scharfer Grenze, die grauen Mergel und Kalke.

Die geringe Mächtigkeit des Wildflysch läßt sich dadurch erklären, daß hier sein nördlichstes Verbreitungsgebiet vorliegt, das von der orogenen Sedimentation aus Süden nur noch wenig betroffen wurde. So ist hier in diesem Gebiet dann nur noch die alleroberste Zone der oberen Leistmergel in Wildflysch-Fazies entwickelt, während die tieferen Teile der oberen Leistmergel, die weiter im Süden auch in der Fazies des Wildflysch entwickelt sind, hier bereits in Leistmergel-Fazies sedimentiert wurden. Nur die allerobersten Teile der Leistmergel sind hier noch von der allmählich nach Norden vorschreitenden starken Sedimentation ergriffen worden. Einen Beweis für diese Auffassung erblicke ich in der Tatsache, daß die Leistmergel im Süden, da wo der Wildflysch sehr mächtig ist, eine weit geringere Mächtigkeit besitzen als im Norden, wo der Wildflysch am Auskeilen ist. Beide ersetzen sich gegenseitig.

Förstlischichten, Wildflysch und unterste Flyschkalkzone des Gräsakopfes werden ringsum von Leistmergeln umgeben, bilden also eine kleine Mulde.

Von erheblich größerer Ausdehnung ist die sich nördlich anschließende Mulde des Hochälpele. Im Muldenkern liegen Oberzollbrücker Sandsteine, die den sich morphologisch so deutlich heraushebenden Kamm Schwende—Lose—Hochälpele bilden.

Wepfer hat die Muldenatur des Hochälpele richtig erkannt, nur ist der Flysch dieser Mulde nicht auf die Leistmergel aufgeschoben, sondern bildet mit diesen zusammen die ultrahelvetische Klippenmasse.

Ähnlich wie bei Oberstdorf besitzt auch hier die Flyschkalkzone eine Mächtigkeit von etwa 300 m.

Nördlich der Schwende tritt die Hochkugeldecke unmittelbar bis an die Molasse heran, die Grüntenzone liegt darunter vergraben und kommt erst im Bregenzer Achtal wieder zum Vorschein. Die große Leistmergelzone südlich vom Hochälpele mit den einzelnen Flyschmulden des Gräsakopf usw. dürfte wohl bereits in ihrer Gesamtheit ultrahelvetisch sein. Sie wird von den Leistmergeln auf der Südseite des Dornbirner Aichtales (Grüntenzone) deutlich durch den Flysch des Hochälpele getrennt, der bis hinunter nach Beckemann und zum Gütle vom Hochälpele herunterzieht. Dieser Flysch bildet das normale Hangende zu den Leistmergeln südlich vom Hochälpele, liegt aber auf den Leistmergeln der Grüntenzone im Dornbirner Aichtal mit scharfer Schubfläche und verschiedenen Schichtstufen, wie ich oben dargelegt habe.

Ein weiteres interessantes Ergebnis ist nun, daß die Hochkugeldecke südlich vom Hochälpele unter den Schrätenkalk der Alpe Weißenfluh einfällt, also unter die Bregenzerwalddecke eingewickelt ist.

Diese Einwicklung läßt sich nach Osten bis zur Iller verfolgen. Auch im Schöneberger Aichtal bei Fischen sind Wildflysch, Ofterschwanger Mergel und Oberzollbrücker Sandsteine unter die Bregenzerwalddecke eingewickelt. Das, was Corneli¹³⁾ dort als Scheienalpdecke bezeichnet hat, ist nicht unterostalpin, sondern entspricht genau der ultrahelvetischen Hochkugeldecke.

Aus dieser besteht also der weitaus größte Teil der nördlichen Flyschzone.

Zwischen Subersach und Iller aber tauchen fensterartig aus der Hochkugeldecke wieder normal helvetische Glieder auf, in drei Fenstern.

Das erste liegt am Fugenbach, wo Schrätenkalk und Grünsande des Albian unter Wildflysch sich herausheben.

¹³⁾ l. c.

Das zweite ungleich größere Fenster ist der Kreidebezirk Gauchenwände—Besler—Tiefenbach—Langenwang, der ebenfalls von der Kreide in der Fazies der Bregenzerwalddecke aufgebaut wird, rings umgeben von der Hochkugeldecke.

Das dritte wieder kleinere Fenster ist der Bezirk von älterer Kreide bei Obermeiselstein.

Zwischen Subersach und Iller trägt dann die Hochkugeldecke die bekannten Klippen einer unterostalpinen Decke, die (Cornelius¹³⁾ als Feuerstätter Decke bezeichnet hat. Seine Klippenaufnahme wird endlich mit dem Unsinn, der durch Mylius dort angerichtet wurde, gründlich aufräumen.

Die Erkenntnis von ultrahelvetischen Schubmassen im Bregenzer Wald ging von der Hohen Kugel bei Götzis aus, die durch P. Meesmann genau aufgenommen wird.¹⁴⁾

Dort hat sich in der Mulde von Fraxern zum erstenmal klar das Vorhandensein einer ultrahelvetischen Schubmasse gezeigt, die nicht nur jüngere, sondern auch ältere Kreidestufen bis zu den Drusbergschichten abwärts enthält, wie Arn. Heim feststellen konnte.¹⁵⁾

Mit Meesmann habe ich 1922 und 1923 die Mulde von Fraxern und die Hohe Kugel besichtigt. Dabei hat sich folgendes ergeben: Die Mulde von Fraxern besteht aus Loistmergeln, die von mächtigen typischen Wangschichten überlagert werden. Das Vorhandensein dieser konnte ich erstmals 1922 nachweisen, wo ich Meesmann auf deren Vorkommen aufmerksam machte.

Auf den Wangschichten schwimmt dann eine große Klippe der Hochkugeldecke. An der Basis tiefere Kreideglieder, folgt darüber ultrahelvetischer Seewerkalk, genau dem von Liebenstein bei Sonthofen entsprechend. Charakteristisch für diesen sind die eigenartigen dunklen Flecken, die ihn überall

¹³⁾ l. c.

¹⁴⁾ Eine inzwischen neu erschienene geolog. Karte des westlichen Bregenzer Waldes von H. v. Merhart (Geolog. Karte des Kreide und Tertiärgebirges zwischen Hochblanken und Rhein), ist leider gänzlich unbrauchbar, infolge jeglichen Fehlens einer genaueren Gliederung nach Art Schweizer Karten. Ebenso fehlen darauf die interessanten tektonischen Erscheinungen, wie Blattverschiebungen und Längszerreissungen, die gerade hier nicht seltener auftreten wie drüben im Säntis. Die Karte bedeutet gegenüber der von Mylius aufgenommenen aus dem sich östlich anschließenden Gebiet keinen Fortschritt.

¹⁵⁾ Arn. Heim. Beobachtungen in den Vorarlberger Kreideketten. *Eclog. geolog. Helvetiae*. Vol. XVIII, 1923.

durchziehen. Darüber folgen Leistmergel bzw. Förstlichichten mit mächtigen Rotlagen (z. B. im obersten Kniebachtobel westlich der Kugelalpe).

Prachtvolle tektonische Bilder finden sich in der Umgebung der Kugelalpe, wo ein wildes Chaos von durcheinandergestoßenen ultrahelvetischen Schichtgliedern gut aufgeschlossen ist.

Der Gipfel der Hohen Kugel selbst wird von Flysch eingenommen, dessen einzelne Glieder allerdings tektonisch ziemlich durcheinander geraten sind. Über den bunten Förstlichichten folgt Schiefer des Wildflysch mit exotischen Bestandteilen, dann finden sich Kalke der Flyschkalkzone (besonders am Nordgipfel¹⁾) und Oberzollbrücker Sandsteine, die den Südgipfel bilden, aber auch am Nordgipfel vorhanden sind.

Der Flysch der ultrahelvetischen Klippe der Hohen Kugel bildet das vermittelnde Bindeglied zwischen der nördlichen und der südlichen Flyschzone.

Meine frühere Auffassung, daß die südliche Flyschzone das normale Hangende der Bregenzerwaldkreide bilde, läßt sich heute nicht mehr aufrecht erhalten. Bereits früher habe ich die Störung zwischen dem Flysch der südlichen Zone und der Bregenzerwaldkreide als die größte von allen internen Störungen der Bregenzerwalddecke bezeichnet. Im Verlauf der weiteren Beobachtungen hat sich aber herausgestellt, daß dieser Überschiebung noch erheblich größere Bedeutung zukommt, als ich ihr ursprünglich zuerkennen wollte.

Nach Erkennung der Verhältnisse in der nördlichen Flyschzone und der Hohen Kugel konnte es nicht mehr zweifelhaft sein, wohin die Massen des südlichen Flyschzuges mit ihrem mächtigen Wildflysch, der Flyschkalkzone und den Oberzollbrücker Sandsteinen zu stellen sind.

Heute rechne ich den ganzen südlichen Flyschzug ebenfalls zur ultrahelvetischen Hochkugeldecke.

Die Überschiebung des südlichen Flyschzuges läßt sich überall scharf verfolgen. Sie geht nicht nur aus der Auflagerung des Flysches auf verschiedene Stufen der Bregenzerwaldkreide hervor, sondern auch aus der Struktur des Flysches selbst. So ist die Überschiebung in doppelter Weise begründet. Zwischen Flysch und älterer Kreide fehlen nicht nur Stufen der oberen Kreide, sondern auch solche des Flysches.

Dagegen erscheinen die fehlenden Stufen häufig auf weitere Strecken als Schubfetzen. Auf der recht mäßigen Karte von Mylius tritt dies leider nur ganz unklar hervor.¹⁶⁾ Mylius zeichnet solche Schubfetzen von oberer Kreide ein, verbindet sie aber normal mit dem aufgeschobenen Flysch, was unrichtig ist. Es fehlen nämlich zwischen der jüngeren Kreide und dem Flysch oft die älteren Flyschstufen, die normalerweise vorhanden sein müßten.

Ein großer Nachteil der Karte von Mylius ist die meist vorhandene große Flüchtigkeit. So zeichnet Mylius im Bregenzer Aichtal zwischen Au und Schoppernau bei Lugen eine Überschiebung von Valendis (Diphyoideskalk) auf Barrême (Drusbergschichten) ein. Von Valendis ist aber in Wirklichkeit nichts zu sehen. Dieses besteht aus SO fallendem grüngrauen Seewerkalk, der stark geschiefert ist und eine zirka 1.5 m mächtige Rotlage enthält. Im Schliff zeigen sich die typischen Foraminiferen des Seewerkalks, so *Discorbina canaliculata* R., *Pithonella ovalis* LOR., *Oligostegina laevigata* K.

Diese Seewerkalke sind auf Drusbergschichten aufgeschoben und stellen einen der oben erwähnten Schubfetzen an der Grenze zwischen Flysch und älterer Kreide dar.

Darauf folgt dann sofort der südliche Flyschzug. Östlich von Schoppernau stehen am ganzen Hang Oberzollbrücker Sandsteine an. Am SO-Ende von Schoppernau befindet sich ein Steinbruch, der sie in ihrer charakteristischen Zusammensetzung zeigt. Die Schichten streichen N 80° O und fallen SO 50°. Vorwiegend finden sich bis meterdicke Sandsteinbänke, stellenweise beinahe schichtungslos; mitunter werden sie feinkonglomeratisch. Die Sandsteinbänke sind getrennt durch dünne Lagen ebenspaltender Kalkschiefer, die selbst wieder einzelne Lagen blättriger schwarzer Schiefer enthalten.

U. d. M. zeigen die Sandsteine folgendes Bild: Bindemittel Kalksubstanz. Einstreulinge: 1. Quarz, undulös auslöschend, teilweise stark zerbrochen, bis 0.5 cm; 2. Orthoklas, selten stark zersetzt, bis 0.3 cm; 3. Muskovit und Biotit in Fetzen, desgleichen sekundärer Chlorit; 4. Zirkon in einzelnen kleinen

¹⁶⁾ H. Mylius. Jura, Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Hohem Ifen. Mitt. geolog. Gesellsch. Wien 1911.

Körnern, bis 0.05 mm; Brocken von feinkristallinem grauen Kalk, bis 0.3 cm; 6. Putzen von Pyrit.

Auf die Oberzollbrücker Sandsteine folgen südlich die Kalke der Flyschkalkzone, so ist die Bregenzer Ach zwischen Boden und Hopfreen tief in deren Gesteine eingeschnitten, dabei prachtvolle Aufschlüsse zeigend.

Auch hier hat die Flyschkalkzone die gleiche Zusammensetzung, wie an all den andern bisher von mir beschriebenen Stellen. Auch hier findet sich eine wechselnde Folge von grauen, reinen, organogenen Kalken mit muschligem Bruch, grauen harten Sandkalken, dunkelgrauen Mergeln usw. Stellenweise bestehen mächtige Schichtpacken aus schiefrigen Mergeln und Kalken, genau wie bei Hirschegg im kleinen Walsertal.

Die hellen organogenen Kalke zeigen im Schriff das gewohnte Bild: in dichter grauer Kalkgrundmasse liegen eine Unmenge Spongiennadeln, dagegen hier an Zahl zurücktretend ist die kleine *Pithonella* sp., dann finden sich Putzen von Pyrit und sehr selten kleine eckige Quarzkörner, bis 0.02 mm groß.

Bei der ersten Brücke über die Ach oberhalb Schoppennau beobachtete ich die gleiche Einlagerung feinkristalliner Bänke wie am Gschlif im Stillachtal bei Oberstdorf.¹⁷⁾ U. d. M. sieht man folgendes: in einer Kalkgrundmasse liegen zahlreiche mehr oder weniger eckige Quarzkörner von durchschnittlich 0.6 mm, bis höchstens 1.4 mm groß; Plagioklas selten bis 0.65 mm; Muskovit in Fetzen; Brocken von feinkristallinem grauen Kalk mit schlechterhaltenen Foraminiferen, bis 1.1 mm. Ferner finden sich vereinzelte Glaukonitkörner bis 0.08 mm Größe und Putzen von Pyrit.

Weiter südlich gegen Hopfreen zu überwiegen graue Sandkalken mit teilweisen dicken Zwischenlagen schwarzer Schiefer über die übrigen Bestandteile der Flyschkalkzone.

Die ganzen Gesteine der Flyschkalkzone sind hier außerordentlich stark gefaltet und gestaucht, eine Unmenge von nach NW überkippten Spezialfalten ist zu beobachten.

Gleich oberhalb vom Gasthaus Bad Hopfreen steht schlecht aufgeschlossener Wildflysch an, graue und schwarze Mergel mit einzelnen Lagen roter und grüner Schiefer sowie mit Fragmenten von Sandkalken und Ölquarzit.

¹⁷⁾ Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf. I. c. Seite 8.

Weiter aufwärts sind dunkle Mergel mit grauen knolligen Kalkbänken aufgeschlossen sowie dunkle Sandkalke. Die Schichten sind stark verquetscht. Im letzten Flyschaufrschluß in einem Tobel kurz vor dem oberostalpinen Deckenrand stehen graue Sandkalke und ebenspaltende graue Mergel an, ebenfalls außerordentlich verquetscht.

Die Stellung dieser Kalke und Mergel südlich Hopfreen bis zum Hauptdolomit der Allgäudecke ist unsicher. Es kann sich um Flysch handeln, es käme aber auch die Deutung als unterostalpine Schubfetzen in Betracht.

Wer nur das eben beschriebene Profil des Bregenzer Achsals kennt, könnte zu der Auffassung gelangen, daß an der Basis des Flysches die Oberzollbrücker Sandsteine und darüber erst die Flyschkalkzone liegt. Diese Auffassung ist irrtümlich. Wie ich im Allgäu gezeigt habe, liegt überall bei einigermaßen normalen Profilen unmittelbar über dem Wildflysch die Flyschkalkzone und darüber erst die Oberzollbrücker Sandsteine. Ferner konnte ich zeigen, daß bei Oberstdorf der südliche Flyschzug eine deutliche Muldenstellung einnimmt.

Längs der Überschiebung auf die Bregenzerwaldkreide gehen aber auf weite Strecken Teile des nördlichen Muldenflügels verloren, so daß die verschiedensten Stufen des Flysches mit der Kreide in Berührung treten. So fehlt fast durch den ganzen Bregenzer Wald hindurch an der Basis des ultrahelvetischen südlichen Flyschzuges der Wildflysch sowie häufig auch die Flyschkalkzone und so kommen auch im Profil der Bregenzer Ach die Oberzollbrücker Sandsteine unmittelbar mit der helvetischen Kreide in Berührung. Über ihnen liegt infolge der Überkipfung der ganzen Zone die Flyschkalkzone des südlichen Muldenflügels. So kann ein falscher Bauplan dem unbefangenen Beobachter vorgetäuscht werden.

Weitere prächtige Aufschlüsse im südlichen Flyschzug bietet das Saminatal südlich von Feldkirch, am Nordfuß des Rhätikon. Das Profil ist folgendes: Beim Talanfang südlich von Frastanz (Wasserschloß) sind gute Aufschlüsse in den Oberzollbrücker Sandsteinen, die sich auch hier unmittelbar an die Bregenzerwaldkreide anschließen. Die Ausbildung der Sandsteine ist typisch: frisch blaugraue glimmerreiche Sandsteine in mehr oder weniger dicken Bänken, mit eingesprengten Quarz-

körnern bis 0.3 cm Größe. Stellenweise sind Tongallen häufig. Mit den Sandsteinen wechsellagern graue ebenspaltende Schiefer in dünnen Lagen.

Die Sandsteine bilden eine Mulde, südlich derselben tauchen Sandkalke und Mergel der Flyschkalkzone hervor. Dann folgt nochmals eine kleine Mulde von Sandsteinen, südlich davon dann die Schichten der Flyschkalkzone in großer Ausdehnung. Es wechseln organogene Kalke in mehr oder minder dicken Bänken und dünnen Zwischenlagen grauer Mergel mit Sandkalken ab. Schiffe durch die organogenen Kalke zeigen immer dasselbe Bild: In dichter grauer Kalkgrundmasse liegt eine Unmenge von Spongiennadeln und der kleinen *Pithonella*. Daneben nicht häufig kleine Quarzfragmente bis 0.05 mm.

Bemerkenswert ist auch hier die sehr starke Spezialfaltung.

Die neue Fahrstraße von Frastanz nach Ammerlügen führt durch Oberzollbrücker Sandsteine, die die südwestliche Fortsetzung der Sandsteine vom Frastanzer Wasserschloß bilden. Südlich Ammerlügen, wo der Weg ins Saminatal hinabführt, folgt darauf die Flyschkalkzone, eine breite spezialgefaltete Zone bis zum oberostalpinen Deckenrand bildend.

NÖ der Alp Gaudenzen stehen am Weg, der etwa 100 m über dem Tobel dahinzieht, in leider sehr schlechten Aufschlüssen ziemlich grobe Brekzien an. Diese bilden dicke Bänke und wechsellagern mit dünnen Bänken von dunkelblauem Kalk. Gleich daneben finden sich etwas feinere Brekzienbänke. Die Brekzie zeigt folgende Zusammensetzung: In einer Kalkgrundmasse liegen meist eckige Quarzkörner, bis 1.5 mm, mit undulöser Anlöschung; Plagioklas bis 1.4 mm; Glaukonit bis 0.1 mm, Fetzen von Biotit und Muskovit; Brocken von frischem, feinkristallinen grauen Kalk, bis 0.4 cm, mit schlecht erhaltenen Foraminiferen; dann Brocken von verwittertem bräunlichen Kalk, bis 1.5 cm; ferner finden sich noch unbestimmbare Fragmente von Foraminiferen und Bryozoen.

Das Streichen der Brekzienbänke ist N 70° W, Fallen SSW 43°. Das Streichen fällt also aus dem normalen Streichen des Flysches im Saminatobel völlig heraus.

Es gibt zwei Möglichkeiten für die Stellung der Brekzien. Einmal können sie eine normale stratigraphische Einlagerung in

der Flyschkalkzone bilden. Doch habe ich bisher noch nirgendwo solche Brekzien darin beobachtet. Auch weiter unten im Saminatal treten solche nirgends auf. Die zweite, mir wahrscheinlichere Deutung ist, daß die Brekzie, die in unmittelbarer Nähe des oberostalpinen Deckenrandes liegt, als Schubsetzen auf der Flyschkalkzone liegt und ein Bestandteil von penninischem Flysch oder unterostalpinen Decken ist.

Interessant ist die Zunahme der Faltungsintensität, von der die Schichten der Flyschkalkzone mit der Annäherung an den oberostalpinen Deckenrand betroffen werden. Wenig von der Überschiebung entfernt, sind die Schichten in enge, nach Norden umgelegte Falten gelegt. Dabei werden die Sättel alle zungenförmig verdünnt und lang ausgezogen.

Nach Trümpy¹⁸⁾ stehen Sandsteine (zweifellos Oberzollbrücker Sandsteine) zwischen Schaan und Nendeln in Liechtenstein an, den Fuß des Dreischwesternstockes bildend. Darüber folgen weiter oben Kalke und Mergel, ebenso zweifellos der Flyschkalkzone angehörig. Es herrscht also hier dasselbe Profil wie an der Bregenzer Ach und im Saminatal.

Trümpy ist allerdings zu der Deutung gelangt, daß die Sandsteine älter seien und die Kalke auch stratigraphisch unterlagerten. Daß dies nicht zutrifft, habe ich oben bei der Besprechung der Bregenzer Achprofile bereits ausgeführt.

Es erhebt sich nun zunächst die Frage nach der weiteren Fortsetzung des südlichen Flyschzuges bzw. der Hochkugeldecke überhaupt nach Westen.

Der südliche Flyschzug biegt um das Rhätikon herum nach Süden und zieht nach Lichtenstein hinein, dort irgendwo unter den penninischen Flysch untertauchend. Andererseits weist aber auf der anderen Rheinseite die große Wildhauser Mulde zwischen Säntis und Churfirsten eine ähnliche Muldenstellung auf, wie sie auch der südliche Flyschzug besitzt. Zweifellos ist die Wildhauser Mulde auch die tektonische Fortsetzung des südlichen Flyschzuges, allerdings mit einer grundlegenden Änderung: Infolge des starken Achsensteigens der helvetischen Zone westlich des Rheins ist die Hochkugeldecke nur noch in Spuren in der Wildhauser Mulde vorhanden. So fand ich

¹⁸⁾ D. Trümpy. Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Beitr. z. geolog. Karte der Schweiz. 76. N. F. 46. 1916.

sie besonders in der Umgebung der Fliegenspitze, wo große Massen von Wildflysch genau wie im südlichen Flyschzug bei Oberstdorf auftreten.

Der größte Teil der Wildhauser Mulde wird aber von normalem helvetischen Flysch eingenommen, daher haben die Stadschiefer die größte Verbreitung. Die ultrahelvetischen Gesteine des südlichen Flyschzuges sind in der Wildhauser Mulde bereits größtenteils entfernt und der normale helvetische Flysch ist daher sichtbar geworden. Entsprechend würde der südliche Flyschzug in Vorarlberg aussehen, wenn wir die Hochkugeldecke daraus abdecken könnten.

Nun bleibt noch die Fortsetzung der nördlichen Flyschzone nach Westen zur Besprechung übrig. Zur Klärung dieser Frage unternahm ich 1922 und 1923 Exkursionen in das Gebiet der Fährnermulde nördlich vom Säntis. Die Fährnermulde hat denselben Schichtbestand wie die Grüntenzone. Wir finden hier Leistmergel, darüber Wangschichten, die im Hangenden Nummulitengesteine tragen.¹⁹⁾ Und zwar sind dies dieselben, wie sie auch bei Andelsbuch oder an der Hindelanger Straße vorkommen und wie ich sie oben beschrieben habe. Charakteristisch sind die weißlichen Körner, die dem Gestein ein tuffiges Aussehen verleihen.

Ebenso treten die für die Grüntenzone so bezeichnenden vererzten Nummulitengesteine auf, ich fand sie im westlichen Teil der Fährnermulde in der Umgebung von Brülisau.

Über den Nummulitengesteinen kommen stellenweise auch noch Stadschiefer vor.

Die Fährner selbst, 1509 m, wird aber von Förstlichichten, etwas Wildflysch, Flyschkalkzone und Oberzollbrücker Sandsteinen aufgebaut, die als ultrahelvetische Klippe der Fährnermulde aufruhend. Es ist genau dasselbe Bild wie am Hochälpele oder an der Hohen Kugel.

Hier an der Fährnermulde ist die Grüntenzone aber normal mit der Kreide des Hohen Kasten verbunden, die Teilung in Grüntenzone und Bregenzerwalddecke ist also hier nicht mehr vorhanden. Ich erkenne ihr daher auch östlich des

¹⁹⁾ Vergl. auch die inzwischen erschienene Arbeit: M. Richter. Die Fährnermulde am Nordrand des Säntis und das Problem der Kreide-Nummuliten. Geolog. Rundschau. Bd. 16, 1925.

Rheins keinerlei Bedeutung mehr zu und habe deshalb in dieser Arbeit nicht mehr den Ausdruck „Grüntendecke“, sondern nur noch „Grüntenzone“ gebraucht.

Die Föhnermulde entspricht also genau der nördlichen Flyschzone des Bregenzer Waldes. Stellen wir uns noch vor, der Schrattenkalk des Sattels vom Hohen Kasten würde die vorliegende Föhnermulde überschieben und die ultrahelvetische Masse des Föhnerngipfels dabei unter sich einwickeln, dann hätten wir genau das Verhältnis wie von Bregenzerwalddecke zur Grüntenzone und nördlichen Flyschzone östlich des Rheins.

So wie im Westen unter der Föhnermulde die Sämtis-
kreide hervortaucht, so taucht im Osten an der Iller die Grünten-
kreide, wenn auch in etwas veränderter Fazies, unter den jün-
geren Schichten hervor.

Im folgenden will ich nun noch auf eine Reihe von Beobachtungen, die ich im Gebiet der Bregenzerwaldkreide machte, eingehen. Über das Vorkommen von Wangschichten bei Andelsbuch, Dornbirn, Fraxern und bei Sigishofen habe ich schon oben berichtet. Außerdem fand ich diese aber — ebenfalls zum erstenmal — in der östlichen Fortsetzung der Mulde von Fraxern bei Bizau, wo sie bisher immer als „Flysch“ kartiert wurden. Hier treten schwärzliche Kalksandsteine, dann dunkelgraue oder bräunliche sandige Mergel auf. Ferner finden sich schwärzliche flasrige Sandsteine, dünnbankig, sowie vereinzelt auch quarzitische Bänke. Den Hauptbestandteil bilden aber die Kalksandsteine. Im Schliff zeigen diese folgendes: Die Grundmasse ist bräunliche Kalksubstanz. In ihr liegen eine Menge kleiner eckiger Quarzkörner, 0.1 bis höchstens 0.2 mm groß; dann an Häufigkeit dagegen zurückstehend, Glaukonitkörner, bis 0.17 mm. Ferner liegen in der Grundmasse eine große Zahl meist gut erhaltener Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmen konnte:

Globigerina aequilateralis BR.

Globigerina (?) *conglobata* BR.

Globigerina sp.

Oligostegina laevigata K.

Textularia aciculeata d'ORB.

Textularia sp.

Discorbina canaliculata R.

Noniona sp.

Dentalina sp.

Eine der mehr quarzitäen Bänke besteht fast nur aus kleinen eckigen Quarzkörnern von verschiedener, aber nicht über 0.4 mm Größe, daneben finden sich häufig Glaukonitkörner bis 0.15 mm.

Die Mulde von Bizau liegt genau im Streichen der Mulde von Klaus—Fraxern—Hohe Kugel und entspricht derselben sowohl tektonisch wie stratigraphisch, nur fehlen bei Bizau die ultrahelvetischen Elemente.

Durch E. Blumer²⁰⁾ wurde aus dem östlichen Säntisgebiet eine Einschaltung von Grünsand im Seewerkalk bekannt (Seewergrünsand). Östlich des Rheins war bisher nichts von einer solchen Einschaltung bekannt. Erst Meesmann zeigte mir in der Umgebung von Götzis denselben Seewergrünsand wie westlich des Rheins. 1923 fand ich dann im Rohrmooser Tal bei Oberstdorf ebenfalls den gleichen Grünsand im Seewerkalk, dem danach eine größere Bedeutung zukommt. Weitere Beobachtungen in dieser Richtung werden wohl noch manches interessante ergeben.

Aber auch in den Leistmergeln kommen solche Lagen vor. So fand ich in der Umgebung von Fraxern Grünsandlagen mit reichlichen Glaukonit- und Quarzkörnern von 0.1 bis 0.2 mm Korngröße.

Bei einer Exkursion in die Kreide von Feldkirch fiel mir an der Grenze Schrattenkalk — unteres Gargasien folgendes auf (Profil der nördlichen Illschlucht): Im oberen Teil des Schrattenkalkes treten schwarze Mergellagen auf. Dann folgt 1.5 bis 2 m unter der oberen Schrattenkalkgrenze eine Bank von grobem Echinodermenkalk, reich an Milcholithen. Darüber liegt sich als oberste Bank des Schrattenkalkes eine dunkelgraue spätere Kalkbank, hell anwitternd, mit Pyrit.

Darauf folgt mit scharfer Grenze die 20 cm mächtige Lutiterschicht voller Phosphoritknollen und Fossilien

²⁰⁾ E. Blumer. Der östliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geolog. Karte der Schweiz. 1905.

(massenhaft Belemniten). Dann aber finden sich in der konglomeratischen Luiterschicht — und das scheint mir interessant zu sein — mehr oder minder große Brocken von dunkelgrauem spätigen Kalk mit Pyrit. Dieser unterscheidet sich in nichts von dem Kalk der obersten Schrattekalkbank.

Also selbst hier — im weit südlich gelegenen helvetischen Bezirk — ist die Grenze Apt.-Gargasien noch sehr scharf und auch hier hat eine Unterbrechung der Sedimentation zweifellos stattgefunden. Eben darauf deuten die Kalkbrocken von Schrattekalk in der Luitereffossilenschicht hin. Bei Trümpy vermissen ich die Angabe dieser interessanten Tatsache, weshalb ich sie hier wiedergegeben habe.

Der Ansicht von Trümpy, daß die Kreide von Feldkirch den südlichsten Faziestyp der helvetischen Zone darstelle, der sogar westlich des Rheins ohne Äquivalent sei, kann ich durchaus nicht beipflichten. Der Schrattekalk ist hier noch 100 m mächtig, ist also weniger vermergelt wie in den Profilen bei Oberstdorf oder an der Bregenzer Ach und am Hohen Freschen.

Damit komme ich zur Frage der Faziesverhältnisse in der Bregenzerwaldkreide. Neuerdings wurden die Faziesverhältnisse der helvetischen Zone beiderseits des Rheins vom Schrattekalk an aufwärts in einer sehr interessanten Arbeit von C. W. Kockel²¹⁾ behandelt. Ich kann mich deshalb hier kurz fassen. Sowohl aus der Arbeit von Kockel wie aus meinen eigenen Beobachtungen geht hervor, daß sich die Isopen der einzelnen Schichten, die in der Säntisdecke westlich des Rheins weiter auseinander liegen, östlich des Rheins näherrücken.

Aus diesem Grunde vollzieht sich in der Vorarlberger Kreide der Wechsel vom nördlichen zum südlichen helvetischen Faziestyp erheblich rascher als im Säntisgebiet, wobei der Wechsel keineswegs tektonisch bedingt ist, wie das Profil der Bregenzer Ach zeigt.

In den nördlichen Vorarlberger Kreideketten von Hohenems bis hinüber nach Reute bei Bezau fehlt z. B. noch der Brissandstein. Diese Zone entspricht den nördlichen Säntisketten. Die Isopen setzen demnach etwas schiefwinklig über die Hoch-

²¹⁾ C. W. Kockel. Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Mitteilung der geolog. Ges., Wien 1922.

kastenfalte hinweg; von Reute an biegen sie dann wieder nach NO ab.

Bei Bizau, wenig südlich von Reute, ist der Brisisandstein bereits 4 bis 5 m mächtig, und noch etwas weiter südlich, bei Klaus im Bregenzer Achtal, hat er schon die für das Vorarlberg und Allgäu gewöhnliche Mächtigkeit von etwa 20 m. Er nimmt also rascher zu wie jenseits des Rheins.

Merkwürdig ist dann das Verhalten der Kreide in der Illschlucht bei Feldkirch; hier liegen eigentlich zwei Faziestypen übereinander. Der Schrattenkalk mit seinen 100 m ist z. B. erst wenig vermergelt, entspricht also dem mittleren Faziestyp, während die Gamserschichten unmittelbar darüber mit ihren 30 m dem südlichen Typ angehören.

Daraus geht aber deutlich hervor, daß die Isopen in Vorarlberg einen anderen Verlauf nehmen als in der Schweiz, daß sie zusammenrücken, ja sich sogar zum Teil überschneiden. Das deutet sicher auf eine Verengerung des helvetischen Meeresraumes nach Osten hin.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen im Grüntal vor. Auch hier noch zirka 80 m Schrattenkalk, darüber mächtiges Gargasien von südlichem Habitus.

Während der Niederschrift dieses Manuskriptes kam mir eine kurze Notiz von E. Blumer in die Hände,²²⁾ in der er einige recht merkwürdige „Vermutungen“ äußert über den Zusammenhang zwischen Säntis und Bregenzer Wald, die nicht unwidersprochen bleiben können. Seine Vermutungen lassen sich in den vier Punkten zusammenfassen:

1. Die Vorarlberger Ketten sinken nicht zum Rhein hin.
2. Die Vorarlberger Kreide besteht nicht aus hintereinandergereihten Sätteln („Wellen“, Vacek), sondern diese Sättel stellen Deckenstirnen dar.
3. Die Faziesdifferenzen zwischen West- und Ostseite des Rheintales sind zu groß, als daß die Vorarlberger Kreide die Fortsetzung der Säntisdecke sein könnte.
4. Die Kreide sinkt vom Säntis an nach Osten ständig; also besteht die Vorarlberger Kreide aus höheren Teildecken.

²²⁾ E. Blumer. Notiz über die Kreideketten beiderseits des Rheins. *Eclogae geolog. Helvetiae*. Vol. XVII, 2, 1922.

Die vorliegenden Punkte sind tatsächlich nur Vermutungen, Blumer gibt sich auch keine Mühe, irgend einen Beweis dafür zu erbringen. Im folgenden will ich die vier Punkte kurz widerlegen.

1. Daß die Vorarlberger Ketten zum Rhein hin tatsächlich sinken, wird jeder unbefangene Beobachter dort ohne weiteres feststellen können. Genau wie im Osten bei Oberstdorf die Sättel mit 10 bis 30° Achsenfallen nach Osten unter den Flysch untertauchen, so tauchen sie hier im Westen ebenfalls mit 10 bis 30° unter das Rheintal unter. Das Fallen läßt sich prachtvoll an allen Sätteln messen. Wunderbar erhebt sich der Schrätenkalk aus dem Rheintal und steigt nach Osten auf die Höhen hinauf.

2. Daß die hintereinanderliegenden Sättel keine Deckenstirnen sind, läßt sich ebenfalls gut beweisen. Eine Reihe dieser Sättel ist zwar auf die jeweils nördlich vorliegende Mulde aufgeschoben (z. B. Gewölbe „Schöner Bauer“, dann der Sattel südlich der Mulde von Fraxern, dessen Überschiebung, Schrätenkalk auf Leistmergel, von Fraxern aus prachtvoll beobachtet werden kann).

Dieses Verhalten der Sättel kann unter Umständen eine Reihe von Deckenstirnen vortäuschen. Daß dies aber nicht so ist, zeigt sich, wenn man die Überschiebungen nach Osten verfolgt. In dieser Richtung gehen sie bald in normale Schichtgrenzen über. Die Gewölbe verschwinden und tauchen unter die jüngeren Schichten unter. So ist an der Bregenzer Ach überhaupt nur noch ein einziger Sattel aus dem westlichen Bregenzer Wald vorhanden, das ist das große Gewölbe des Kanisfluh, das dem Sattel von Viktorsberg zwischen Klaus und Röthis entspricht.

Im Bregenzer Achtal ist nur eine Überschiebung in der Kreide zu sehen, die aber nichts mit denen auf der Rheintalseite zu tun hat. Das ist die Überschiebung NW Mellau an der Hangspitze von Drusbergschichten auf Leistmergel, die prachtvoll zu sehen ist. Die Drusbergschichten bilden eine große liegende Falte, aufgeschoben auf Leistmergel, während Schrätenkalk und Albian dazwischen ausgedünnt und zerrissen sind. Aber auch diese Überschiebung geht schnell in normale Schichtgrenzen über, bereits östlich der Bregenzer Ach ist am Gopfberg keine Spur von der Überschiebung mehr vorhanden.

Die am Rheintal vorhandenen Überschiebungen stellen also keine Deckenstirnen dar.

3. Bezüglich der Faziesdifferenzen habe ich bereits oben bei der Besprechung der Isopen das nötige erwähnt.

4. Ist eine Zusammenfassung von 1. und 2., aus der Widerlegung dieser Punkte fällt auch 4.

Die Schlüsse, zu denen Blumer in seiner Sämtisarbeit 1905 kam, sind größtenteils richtig, während seine neuen Berichtigungen von 1922 einen Rückschritt bedeuten.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich noch einige Angaben von Mylius über den Hohen Frassen²³⁾ bei Bludenz richtigstellen. Nach Mylius setzen die „Quetschzonen“ des Rhätikon in den Hohen Frassen fort.

Bereits Trümpy weist aber darauf hin, daß ein großer Teil der „Flysquetschzonen“ im Rhätikon Partnach- oder Raiblerschichten sind, die in normalem Schichtverband mit ihrem Liegenden und Hangenden stehen. Beim Betrachten der Karte von Mylius fällt einem auch sofort auf, daß ein Teil dieser Quetschzonen zwischen Muschelkalk und Arlbergschichten liegt, also da, wo man eigentlich die Partnachschichten erwarten müßte, ein anderer Teil zwischen Arlbergschichten und Hauptdolomit, also da, wo man Raiblerschichten erwartet.

In all diesen Fällen handelt es sich auch, wie Trümpy zeigen konnte, um Partnach- bzw. um Raiblerschichten.

Es lag nun nahe, dasselbe auch beim Hohen Frassen zu vermuten. Nach Mylius vereinigt dieser Berg den Schuppenbau des Rhätikon in sich. So zeichnet er drei „Quetschzonen“ ein, die vom Rhätikon herüberziehend, den Frassen durchziehen sollen. Die eine derselben liegt gleich NO von Bludenz zwischen Muschelkalk und Arlbergschichten. Meine Vermutung, daß es sich hiebei um Partnachschichten handelt, hat sich bestätigt. Es finden sich bräunliche oder schwärzliche, blättrige Mergel mit eingelagerten dünnen Kalkbänken und einzelnen knolligen Kalkbrocken. Also typische Partnachschichten, wie sie überall in den Nordalpen auftreten.

Genau so steht es mit der „Quetschzone“ bei Bürs SW von Bludenz. Auch hier sind es typische Partnachschichten, die

²³⁾ H. Mylius. Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. I. München 1912.

in den Muschelkalk eingefaltet sind. Von aus dem Rhätikon in den Frassen ziehenden „Quetschzonen“ ist also nichts zu sehen.

Die übrigen „Quetschzonen“ des Frassen habe ich nach diesen Proben nicht mehr begangen. Sie liegen zwischen Arlberg-schichten und Hauptdolomit, so daß es sich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit wie auch im Rhätikon um Raiblerschichten handelt, zumal darin glimmerige „glaukonitische“ Sandsteine vorkommen, die sicher die gewöhnlichen Sandsteine der Raiblerschichten sind.

Der Hohe Frassen gehört also nach seinem Bau nicht dem Rhätikon, sondern der normalen oberostalpinen Zone der Vorarlberger und Allgäuer Alpen an.

Das vorliegende Beispiel ist wieder einmal eine Kostprobe der Kartierungskunst von Mylius. Auf Schritt und Tritt erweisen sich dessen Angaben als flüchtig und unzutreffend. Kein Wunder, daß dann seine sich auf solchen Voraussetzungen gründende Tektonik reine Phantasie ist. So sind sämtliche Arbeiten von Mylius vollkommen unbrauchbar. Sie haben heute nur noch den Zweck, in einigen Köpfen Unheil zu stiften.

Als Hauptergebnis der vorliegenden Arbeit ergibt sich also das Vorhandensein großer ultrahelvetischer Deckenteile in Vorarlberg und Allgäu. Der meiste Flysch ist ultrahelvetisch. Die Kreide des Bregenzer Waldes ist vollkommen von ultrahelvetischen Klippenmassen umgeben und taucht innerhalb derselben auf. Sie bildet so ein großes Fenster der Säntisdecke (Bregenzerwalddecke), dessen Rahmen ringsherum von der Hochkugeldecke gebildet werden. Von einer „Transgression“ des Flysch über die Bregenzerwaldkreide, wie sie Arn. Heim behauptet hat,²⁴⁾ kann keine Rede sein. Gegen Osten taucht die Hochkugeldecke unter die ostalpine Allgäundecke und den ostalpinen Flysch unter.

Die Hochkugeldecke entspricht genau der ultrahelvetischen Deckenmasse der Schweiz. Auch dort finden wir vorwiegend als Bestandteil mächtige Flyschmassen. Ich möchte hier nur an das, eine größere Ähnlichkeit mit unserem Gebiet zeigende,

²⁴⁾ Beobachtungen in den Vorarlberger Kreideketten. l. c.

Schlierengebiet erinnern. Auch dort liegt mächtiger Wildflysch an der Basis, überlagert von Schlierensandstein. Von einer Vertretung der Flyschkalkzone ist dort bisher noch nichts bekannt geworden. Ich möchte aber glauben, daß der Schlierensandstein etwa dem Oberzollbrücker Sandstein des Vorarlbergs und Allgäus entspricht.

Nachtrag.

Nach dem endgültigen Abschluß dieser Arbeit erhielt ich noch zwei wertvolle Arbeiten²⁵⁾ von Herrn Cornelius. Mit großer Freude habe ich daraus ersehen, daß Cornelius die unterostalpine Stellung der „Scheienalpdecke“ endgültig aufgegeben hat. Unsere ganze Meinungsverschiedenheit²⁶⁾ hatte sich ja lediglich um die Stellung dieser Decke gedreht, deren helvetischen Charakter ich immer verteidigte. Dabei hatte jeder von uns beiden recht. Cornelius, indem er erkannte, daß diese Decke tatsächlich über dem normalen Helvetikum der Bregenzerwalddecke liegt, ich, indem ich an der helvetischen Zugehörigkeit festhielt. Jeder ist dabei von sich aus allmählich zu der Erkenntnis gekommen, daß es sich um eine ultrahelvetische Deckenmasse handeln muß. Da der erste Beweis hierfür und das schönste Profil auf der Hohen Kugel liegt, so möchte ich vorschlagen, den Namen „Scheienalpdecke“ verschwinden zu lassen und dafür den Namen „Hochkugeldecke“ zu wählen, der auch von Meesmann angewandt ist.²⁷⁾

Meine Auffassung über den Bau der nördlichen Flyschzone stimmt nunmehr in allen wesentlichen Punkten mit der von Cornelius überein.

²⁵⁾ H. P. Cornelius. Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im Flysch des Allgäu. Jahrb. d. geolog. Bundesanstalt, Wien 1924.

— Ueber die Kreideantiklinale des Ostertales und die Stellung der Couches rouges in Allgäu. Verhandl. d. geolog. Bundesanstalt, Wien 1925.

²⁶⁾ — Zur Deutung der Allgäuer und Vorarlberger Juraklippen. Verhandl. d. geolog. Bundesanstalt, Wien 1923. — M. Richter. Die Stellung der nördlichen Flyschzone des Bregenzer Waldes. Ibidem, 1923.

²⁷⁾ P. Meesmann. Geologische Untersuchung der Kreideketten des Alpenordrandes im Gebiete des Bodenseerheintales. Verhandl. der Naturforschenden Ges. Basel 1925.