

# Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu.

Von Dr. Max Richter.

Mit 3 Textfiguren.

Im vergangenen Sommer setzte ich meine 1919 begonnenen Beobachtungen im Flysch der Allgäuer Alpen weiter fort. Während ich früher mein Hauptaugenmerk auf den Wildflysch richtete, dehnte ich im letzten Sommer meine Untersuchungen auf den ganzen Flysch aus.

Eingehendere Forschungen nahm ich in dem Gebiet um Oberstdorf herum vor, in einem Gebiet, das als Eckpunkte etwa den Bolgen, 1712 m, im NW, Mittelberg im Breitachtal im SW und die Gaisalpe im NO hat. Oestlich und südlich wird das Gebiet durch den Erosionsrand der oberostalpinen Allgäudecke begrenzt.

Ferner zog ich in den Kreis meiner Beobachtungen die Umgebung von Hindelang, dann das Gebiet um den Grünten und den Flysch beiderseits der oberen Iller.

Es sind das Gebiete, die bisher sehr stiefmütterlich behandelt wurden; gerade im Allgäu lag die Flyschforschung bis heute im Argen. Die meisten Forscher, die sich bis jetzt damit im Bregenzerwald oder im Allgäu befaßten, schildern den Flysch als einen einförmigen Komplex, in dem regellos miteinander wechsellagern „Ton- und Mergelschiefer, Kalke, Kieselkalke, Sandsteine, Breccien und Konglomerate“. (Mylius.<sup>7</sup>\*)

Daß von einer solchen Wechsellagerung nicht die Rede sein kann, sondern daß es sich um ziemlich scharf gegeneinander abgrenzbare Schichtfolgen handelt, werden meine Ausführungen zeigen.

## A. Stratigraphische Verhältnisse.

Folgende Hauptgliederung des Flysches läßt sich in der Umgebung von Oberstdorf durchführen (von oben nach unten):

IV. Sandsteinzone. (Oberzollbrücker Sandsteine.)

III. Quarzitzzone.

II. Kalkzone.

I. Wildflysch.

Auf das Alter der einzelnen Zonen werde ich später in einem besonderen Abschnitt näher eingehen.

\*) Die Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit.

## I. Der Wildflysch.

Seine Zusammensetzung ist, wie schon der Name sagt, eine sehr wilde, das heißt also bunte, und die verschiedensten Gesteinsarten sind in ihm enthalten. Der Hauptsache nach besteht er aus bräunlichgrauen sandigen Mergeln mit mehr oder minder großem Kalkgehalt. Dünnschliffe zeigen, daß in einer bräunlichen Kalkgrundmasse viele eckige Quarzkörner liegen bis zu 0.4 mm Größe, ebenso viele Glaukonitkörner bis 0.2 mm groß.

Diese sandigen Mergelschiefer sind sehr reich an Foraminiferen, folgende Arten konnte ich bestimmen:

*Globigerina cretacea* d'Orb.

*Oligostegina laevigata* Kaufm.

*Textularia globulosa* Ehrenbg.

*Rotalia* sp.

*Cristellaria* sp.

Diese Mergel bilden den charakteristischsten Bestandteil des Wildflysches und sind fast überall vorhanden.

Daneben treten noch andere Sedimente auf, wie graue karbonatreiche Schiefer von sehr feiner Beschaffenheit, die kaum Einschlüsse enthalten. Sie finden sich nur lokal, so zum Beispiel am Weg, der von Oberstdorf durch die Trettachanlagen zum Moorbad führt, ziemlich am Anfang des Weges.

Ferner finden sich, aber auch nur lokal, ziemlich grobe Sandsteine, so zum Beispiel wenig oberhalb der Breitachbrücke (Straße Oberstdorf—Langenwang) auf der rechten Bachseite. Der Sandstein ist karbonatreich und enthält in großen Mengen Glimmer (hauptsächlich Muskovit, wenig Biotit). Beim Verwittern werden die grauen Sandsteine braun. Weiter stehen an diesem Aufschluß glatte ebenspaltende Kalkschiefer von dunkelgrauer Farbe an.

Verfolgen wir an der Breitach das Profil bachaufwärts, so stellt sich bald typischer Wildflysch ein mit exotischen Blöcken.

Als weiterer Bestandteil des Wildflysches finden sich rote und grüne Schiefer, und zwar sind sie an den oberen Teil desselben gebunden und schließen den Wildflysch nach oben hin ab. Die Schiefer sind sehr bröcklig und weich und zerfallen meist zu kleinem Grus. Ihre Mächtigkeit ist großen Schwankungen unterworfen. So sind sie am Weg Oberstdorf—Gruben (westliche Trettachseite) nur zirka 2 m mächtig. (Sie sind aufgeschlossen gleich nach der Abzweigung des Weges, der zum Moorbad hinauf führt. Schon vor der Wegabzweigung sind an einer Stelle rote und grüne Schiefer aufgeschlossen, die ich bereits früher beschrieben habe.)<sup>10)</sup> Weit mächtiger sind sie dagegen im unteren Reichenbachtobel und am Edmund Probstweg. (Freibergsee-Höllwiesen.) Dann auch bei Hindelang.

Primäre Breccien sind im Wildflysch gar nicht oder nur selten vorhanden.

Was den Wildflysch aber eigentlich als solchen charakterisiert, sind seine merkwürdigen Einschlüsse an fremden Bestandteilen, die

ja als „exotische Blöcke“ hinreichend bekannt sind. Die exotischen Blöcke finden sich überall im Wildflysch des Allgäus und des Bregenzer Waldes mindestens ebenso zahlreich wie in der Schweiz. Nachdem ich letztes Jahr bereits auf ein neues Vorkommen aufmerksam machte, haben sich nach meinen neuen Beobachtungen im Sommer 1921 die Vorkommen dutzendweise vermehrt, denn überall, wo Wildflysch auftritt, finden sich auch die exotischen Blöcke. Sie zeigen damit sogleich, welch große Verbreitung der Wildflysch im Allgäu besitzt, eine Verbreitung, die bis jetzt nahezu unbekannt war.

Die besten Aufschlüsse in der Umgebung von Oberstdorf sind folgende: Längs der Trettach von der Dummelsmooser Brücke an (auf der östlichen Bachseite) aufwärts bis zum Faltenbach; dann am Kühberg und auf der gegenüberliegenden Bachseite längs des Weges zum Moorbad. Von Oberstdorf etwas weiter entfernt liegen gute Aufschlüsse am Wege ins Rohrmooser Tal (besonders unten am Bach); an der Breitach direkt unterhalb Wasach (auf beiden Talseiten), dann bei der Walserschanz in den Tobeln, die zum Söllereck hinaufführen. Weitere Aufschlüsse sind ferner im unteren Reichenbachtobel und im Tal der Schönberger Ach auf der Südseite des Bolgen.

Bei Hindelang steht typischer Wildflysch mit exotischen Blöcken im Wildbachtobel an, ebenso findet er sich am Schachtentobelweg, der von Vorderhindelang nach Gailenberg führt.

Was nun die exotischen Blöcke selbst betrifft, so ist ihre Zahl Legion und die Spezialbeschreibung derselben würde eine Arbeit für sich bilden; nur einige will ich aus der großen Zahl herausgreifen. Vorher sei aber noch folgendes bemerkt:

Die kristallinen Blöcke überwiegen bei weitem über die sedimentären, es finden sich also vorwiegend Blöcke von Glimmerschiefern, Gneisen und auch Graniten. Die Glimmerschiefer vom Kühberg bei Oberstdorf habe ich ja bereits beschrieben<sup>10)</sup>.

Von sedimentären Blöcken finden sich besonders Oelquarzite, dichte graue Kalke, Sandkalke, Sandsteine und Breccien.

Sämtliche Blöcke sind meist mehr oder weniger metamorph verändert, die Metamorphose ist aber älter als die Einsedimentierung in den Wildflysch, denn dieser ist nicht metamorph.

Die Größe der Blöcke ist außerordentlich variabel, von großen meterlangen Platten geht sie herab bis zu nußgroßen oder noch kleineren Fragmenten. Die Blöcke sind nie oder nur höchst selten gerundet, niemals aber so gerundet, wie Gerölle durch Flußtransport gerundet werden. Meist sind sie von plattiger oder regellos eckiger Gestalt. So ist ein solcher exotischer Sandkalkblock von über 1 m<sup>3</sup> Größe in den Trettachanlagen am Wege von Oberstdorf zum Moorbad gut aufgeschlossen.

Die Blockführung ist im Wildflysch nicht auf bestimmte Zonen beschränkt, sondern geht in regelloser Verteilung durch den ganzen Wildflysch hindurch. Sie ist an der einen Stelle größer als an der anderen, so daß es Stellen gibt, die fast blockleer sind, während nicht weit davon eine Häufung von Blöcken vorhanden ist.

Im folgenden seien nun einige Blöcke näher beschrieben:

1. Quarzporphyr. Trettachanlagen unterhalb Inselhaus. Sehr frisches Gestein mit dichter grauer Grundmasse, außen mit brauner Rinde überzogen. Als Einsprenglinge weißer Orthoklas in tafeligen Kristallen, bis 6 mm groß. Ferner grauer glasiger Quarz bis 3 mm groß. Kleine Putzen von Schwefelkies.

2. Quarzdiorit. Weg an der Breitach unterhalb Wasach. Gestein stark zersetzt, von grünlicher Farbe. Bestandteile: Saurer Plagioklas, massenhaft, mit spärlichen Ausnahmen vollkommen zersetzt. Quarz, xenomorph, nicht so häufig wie Plagioklas, mit diesem schriftgranit-ähnlich verwachsen. Glimmer vollkommen in Chlorit und Eisenerz umgewandelt. Apatit, häufig, in Nadeln und kleinen Kristallen. Zirkon, nicht selten in kleinen Kristallen. Kalkspat, sekundär auf Klüften und Rissen.

3. Sandkalk. Trettachanlagen. In dichter Kalkgrundmasse liegen kleine eckige Körnchen von Quarz, 0.05—1.1 mm groß. Ferner Muskovit in einzelnen kleinen Fetzen, dann wenig Glaukonit und Putzen von Schwefelkies. Das ganze Gestein ist durchsetzt von Foraminiferen, leider sind aber alle Schälchen mehr oder weniger zerbrochen, so daß eine Bestimmung unmöglich ist.

Im Schliff zeigt sich, daß das Gestein eine streifenförmige Struktur besitzt, indem Streifen, die mehr Einstreulinge von Quarz enthalten, mit solchen von weniger Einstreulingen abwechseln. Diese Streifen liegen nicht horizontal, sondern sind gefaltet, was eine Verpressung des Gesteins anzeigt.

4. Feinkörniger karbonatischer Sandstein. Bödmen bei Mittelberg im kleinen Walsertal. Bindemittel Kalkspat. Einstreulinge: Quarzkörner, eckig, 0.2—0.5 mm groß. Muskovit in Fetzen, häufig. Apatit in kleinen runden Körnern. Chlorit, sehr wenig. Kalkbrocken, bis 0.3 mm groß. Schwefelkies in einzelnen Putzen.

5. Grobkörniger Glaukonitsandstein. Trettachanlagen unterhalb Inselhaus. Bindemittel amorphe Kieselsäure. Auf Klüften und Hohlräumen Kalkspat. Einstreulinge: Quarzkörner, eckig, bis 2 mm groß, stark zerbrochen. Glaukonitkörner, bis 4 mm groß. Muskovit, in einzelnen Fetzen. Biotit, ebenso. Apatit in kleinen runden Körnern. Eisenerz.

6. Dichter grauer Kalk. Trettachanlagen gegenüber Inselhaus. Hornsteinartig mit muscheligen Bruch, durchsetzt von Kalkspatadern. Auf Rissen und Klüften haben sich kleine würfelige Kristalle von Schwefelkies abgesetzt.

7. Dichter grauer Kalk. Bödmen bei Mittelberg im kleinen Walsertal. Mit Nr. 6 hat das Gestein nichts zu tun. Es ist stark zerquetscht und flasrig, von schwarzen Tönhäuten durchzogen. Risse sind durch Kalkspat verkittet. Dieses Gestein erinnert stark an Seewenkalk (oder unterostalpinen Malm?), doch konnte ich im Dünnschliff keine Foraminiferen finden.

8. Oelquarzit. Trettachanlagen oberhalb Inselhaus. Bindemittel (spärlich vorhanden) an den meisten Stellen amorphe Kieselsäure, an

manchen Stellen Kalkspat. Einstreulinge: Quarz, teils eckig, teils gerundet, bis 0.5 mm groß. Glaukonit, bis 0.3 mm groß. Turmalin von brauner Farbe. Zirkon. Eisenerz.

Die grüne Farbe des Gesteins rührt her von den zahlreichen Glaukonitkörnern; diese sind am Rande meist mehr oder weniger ausgefranst und gehen in das Bindemittel über.

9. Grüne polygene Breccie. Walserschanz und Rohrmöoser Tal. Diese Breccie besitzt eine außerordentlich bunte Zusammensetzung. Ihre Bestandteile sind:

- a) Grüne Granite, bis über 1 cm große Brocken.
- b) Grüne und graue Hornsteine, bis über 3 cm groß.
- c) Weißer Quarz, teils rund, teils eckig, bis 1 cm groß, besonders häufig.
- d) Glimmerschiefer, über 1 cm groß, selten.
- e) Schwarze Tonschieferbrocken, bis über 2 cm groß.
- f) Quarzitbrocken von brauner bis rötlicher Farbe, bis 2 cm groß; nicht häufig.
- g) Dichter grauer Kalk mit schlecht erhaltenen Foraminiferen in Brocken, bis 0.4 cm groß.
- h) Bruchstücke von Inoceramenschalen (oder Pinna?), bis 0.6 cm groß.

Die Grundmasse der Breccie ist ein bräunlicher kalkreicher Mergelsand, in dem große, aber schlecht erhaltene Foraminiferen liegen. Ferner enthält das Bindemittel Glaukonitkörner in großer Menge.

Die Breccie hat eine auffallende Ähnlichkeit mit der Falknisbreccie der Falknisdecke, doch machte mich Herr Geheimrat Steinmann darauf aufmerksam, daß die Grundmasse bei der Falknisbreccie ein reiner dichter Foraminiferenkalk von grauer Farbe ist, ohne Sandgehalt und Glaukonit. Die grünen polygenen Breccienblöcke im Wildflysch dürften also jünger als Oberjura sein.

Dagegen liegen im Bonner Institut lithologisch völlig identische Stücke einer Breccie, die O. Welter aus dem Futschöltal im Unterengadin mitbrachte.

Die Mächtigkeit des Wildflysches ist schwankend, im Durchschnitt beträgt sie 200—300 m.

Ich kann die Beschreibung des Wildflysches nicht abschließen, ohne zuvor noch auf die Diabasporphyrite eingegangen zu sein.

Sämtliche im Allgäu bis jetzt bekannt gewordenen Vorkommen liegen im Wildflysch, wie meine Untersuchungen ergaben, und zwar sind sie immer an den ostalpinen Deckenrand gebunden. Sie finden sich besonders häufig in der Umgebung von Hindelang, dann bei der Gaisalpe und im Warmatgundtobel in der Umgebung von Oberstdorf.

Zur Erklärung des Vorkommens der Porphyrite gab es bis jetzt folgende drei Möglichkeiten:

1. Die Diabasporphyrite setzen gangförmig im (Wild-) Flysch auf.
2. Sie liegen als exotische Blöcke im Wildflysch.

3. Sie sind als Schubschollen von der Allgäudecke herbeigeschleppt.

Keine dieser drei Möglichkeiten konnte bisher positive Beweise für sich beibringen.

1. Daß die Diabasporphyrite gangförmig im Flysch aufsetzen, wurde von Reiser<sup>8)</sup> und später von Mylius<sup>7)</sup> behauptet. Bekannt ist ja das Schürffresultat des ersteren auf der Gaisalpe, doch beweisen die aufgefundenen Kontakterscheinungen nichts für ein gangförmiges Aufsetzen im Flysch, wie ich nachher auseinandersetzen werde.

2. Es könnte die Möglichkeit bestehen, daß die Porphyrite als exotische Blöcke im Wildflysch liegen. Das wäre nicht ausgeschlossen, nachdem ich nachgewiesen habe, daß diese immer im Wildflysch auftreten. Doch ist es dann sehr merkwürdig, daß man immer so große und ausgedehnte Massen dieser Eruptiva findet, nie aber kleinere Blöcke und daß die Eruptiva immer gerade an den ostalpinen Deckenrand gebunden sind. Man müßte doch auch an anderen Stellen im Wildflysch Stücke davon finden. Das trifft aber nicht zu; es ist deshalb mehr wie unwahrscheinlich, daß die Porphyrite exotische Blöcke darstellen.

3. Es besteht die Möglichkeit, daß die Diabasporphyrite als Schubschollen einer tieferen tektonischen Einheit von der Allgäudecke herbeigeschleppt wurden, wie das zuerst von Steinmann<sup>14)</sup> klar ausgesprochen wurde, der in den basischen Eruptivgesteinen ausgequetschte und verschleppte Reste der „rhätischen Decke“ sah. Doch konnten für diese Ansicht bisher keine Beweise geliefert werden.

Im letzten Sommer gelang es mir nun, bei Hindelang im Wildbachtobel beim zweiten mittleren Porphyritvorkommen (nach der Karte von Reiser<sup>9)</sup>) unmittelbar neben dem Eruptiv (es war gerade ein neuer Aufschluß am Weg vorhanden) Hornsteine von dunkelroter Farbe aufzufinden. Diese Hornsteine sind nun keineswegs Kontaktprodukte, sondern sie erwiesen sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Radiolarite, die eine große Zahl leidlich erhaltener *Radiolarien* und *Lithocampen* enthalten.

Die Hornsteine sind also typische Radiolarite, die in ihrer engen Vergesellschaftung mit Diabasporphyrit als unzweifelhafte Reste der „rhätischen Decke“ (im Sinne von Steinmann!) bezeichnet werden müssen.

Verknüpft mit den Porphyriten und Radiolariten treten rote, ziemlich weiche Tonschiefer auf und rote dichte Kalke, die ebenfalls *Radiolarien* und *Lithocampen* enthalten. Die roten Tonschiefer sind ihrer Beschaffenheit nach völlig von den Rotschiefern des Wildflysches verschieden.

Die „rhätische Decke“ ist also mit ziemlichem Gesteinsreichtum vertreten.

Die von Reiser auf der Gaisalpe beobachtete Kontaktmetamorphose gehört also gar nicht dem (Wild-) Flysch selbst an, sondern den roten Tonschiefern und Kalken der „rhätischen Decke“. Durch meine Funde dürfte der Streit um das Auftreten und die Herkunft

der Diabasporphyrite endgültig erledigt und zugunsten der Deckenlehre entschieden sein.

In jüngster Zeit wiesen R. Staub und J. Cadisch zum erstenmal Radiolarite im Unterengadiner Fenster nach, und zwar in der Zone Piz Cotschen—Clavigliadas—Fuorcla d'Urschai, wo die Radiolarite in der gleichen Position wie im Allgäu unter der Silvretta-decke auftreten.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die Radiolarite im Unterengadin und die einzelnen Fetzen von Radiolarit und Porphyrit im Rhätikon und im Allgäu zusammengehören zur gleichen tektonischen Einheit, die heute von den Schweizer Geologen als „Aroser Schuppenzone“ bezeichnet wird (unterostalpin).<sup>1)</sup>

Auf der Gaisalpe machte ich die Beobachtung, daß es sich um zwei voneinander getrennte Vorkommen von Diabasporphyrit handelt, um ein kleineres nördliches und ein größeres südliches. Beide sind voneinander getrennt durch eine ziemlich tief eingeschnittene Wasser-runse und liegen etwa 200 m auseinander. Das südliche Vorkommen enthält die Hauptmasse des Porphyrits. Zwischen beiden Vorkommen ist Wildflysch mit exotischen Blöcken von Sandkalk und dichtem grauem Kalk.

Bei der Gaisalpe sind die Verhältnisse insofern etwas gestört, als der Wildflysch über die Flyschkalkzone ein Stück weit verschleppt erscheint und die letztere daher nur in geringer Mächtigkeit auftritt.

Aehnlich, nur noch komplizierter, liegen die Verhältnisse im unteren Warmatsgundtobel. Hier sind miteinander verschuppt: Diabasporphyrit, Wildflysch, Flyschkalkzone, Seewerkalk und Leistmergel (letztere mit einzelnen rotgefleckten Lagen wie beim Elektrizitätswerk Oberstdorf).

Jedesmal da, wo Fetzen der „Aroser Schuppenzone“ auftreten, sind sie mitsamt dem Untergrund aufs heftigste zerquetscht.

## II. Die Kalkzone.

Ueber dem Wildflysch folgt, von ihm wahrscheinlich durch eine Schichtlücke getrennt, die Kalkzone mit einer Mächtigkeit von etwa 300 m. Die Grenze der Kalkzone gegen den Wildflysch ist sehr scharf, über den Rotschiefern des obersten Wildflysches folgen sofort ohne jeden vermittelnden Uebergang dicke Kalkbänke.

Beim Sprunghügel an der Hoffmannsruhe liegt an der Basis der Kalkzone eine zirka 5 cm mächtige brecciöse Bank, die von einer bis 2 cm dicken braunen Eisenrinde umgeben ist. Das Streichen dieser Bank beträgt N 80° W, das Fallen ist 30° S. Im Dünnschliff gewahrt man folgendes Bild:

Grundmasse: Dichte Kalksubstanz, zum Teil Kalkspat. Stellenweise schlechterhaltene Foraminiferen darin.

Einstreulinge: 1. Quarzkörner, bis 5 mm groß, unregelmäßig, eckig und stark zerbrochen, Risse durch Kalkspat wieder verkittet. 2. Glaukonit in unregelmäßigen Körnern, bis 0.5 mm groß. 3. Muskovit, in Fetzen bis 1 cm groß. 4. Biotit in kleinen Fetzen. 5. Schwefelkies

<sup>1)</sup> Alb. Heim, Geol. d. Schweiz. Bd. II, Lief. 10, pag. 761, Leipzig 1921.

in einzelnen Putzen. 6. Brocken von dichtem grauem Kalk mit schlechterhaltenen Foraminiferen, bis 5 mm groß. Erinnt an Seewenkalk.

Die Sedimente der Kalkzone sind zu 60% reine organogene Kalke. Diese sind dicht und von hellgrauer bis blaugrauer Farbe. Die Kalke sind hart, splittrig und meist von muscheligen Bruch. Mitunter finden sich auch, besonders im unteren Teil der Kalkzone, hellgraue, dünnplattige, klingendharte Kalke.

Die zuerst erwähnten Kalke treten meist in dicken Bänken auf. Dünnschliffe davon zeigen eine dichte graue Grundmasse, in der zahlreiche Spongiennadeln (?) und eine Unmasse von kleinen Schälchen einer einkammerigen Foraminifere liegen, die meist gut erhalten und in Längs- und Querschnitten vorhanden sind. Sie gehören alle der Gattung *Pithonella* an. Im Querschnitt sind diese Schälchen kreisrund, im Längsschnitt oval mit einer, mitunter je nach dem Schnitt mit zwei Öffnungen.

Daneben finden sich noch schlechterhaltene Globigerinen und Textularien.

Zwischen den einzelnen Kalkbänken eingelagert sind mehr oder weniger dicke blaugraue Schieferpacken.

Stellenweise treten zwischen den reinen Kalkbänken auch Bänke von Sandkalk auf, deren Bestandteile manchmal so groß werden, daß das Gestein ein feindreccioses Aussehen dadurch erhält. Besonders gut ist das im Stillachtal am Gschlif zu beobachten. Ein Dünnschliff aus einer derartigen zirka 30 cm mächtigen Bank zeigt folgendes:

Grundmasse: Dichte Kalksubstanz. Darin Reste von Echinodermen. Ferner darin *Miliola* sp. und *Operculina* sp.

Einstreulinge: 1. Quarz, meist eckig, bis 2 mm groß. 2. Plagioklas, selten. 3. Glaukonit in einzelnen Körnern, bis 0.3 mm groß. 4. Muskovit, häufig. 5. Biotit in spärlichen Blättchen. 6. Schwefelkies in einzelnen Putzen. 7. Brocken von dichtem grauem Kalk, bis 1.5 mm groß mit *Calpionella alpina* Lor.!

Die Einschaltung dieser Bank inmitten der sonst von terrigenen Bestandteilen freien Kalke zeigt eine plötzliche Einschwemmung klastischen Materials an.

Sehr viel klastische Bestandteile enthält die Kalkzone (besonders im unteren Teil) nördlich vom Freibergsee, indem hier zahlreiche Sandkalke, ja auch karbonatische Sandsteine auftreten. Weiter nach SW verschwinden diese grobklastischen Sedimente wieder, ebenso fehlen sie nordöstlich davon. Es scheint hier gerade in der Umgebung des Freibergsees eine Zone stärkerer klastischer Sedimentation vorhanden gewesen zu sein; man kann dabei an eine im Süden gelegene Flußmündung denken.

In der Kalkzone treten reichlich die bekannten Algenarten auf, die aber natürlich zu keinerlei Altersbestimmung zu gebrauchen sind.

Gute Aufschlüsse in der Kalkzone finden sich an der Hoffmannsruhe, im Faltenbachtobel beim unteren Fall und aufwärts bis gegen den oberen Fall hin; dann zu beiden Seiten der Trettach an den Wegen, die von Oberstdorf nach Gruben führen. (Es folgt hier die Kalkzone im Hangenden des Wildfysesches vom Kühberg und des

nördlichen Teils der Hoffmannsrube.) Auf der östlichen Trettachseite sind mehrere Spezialfalten aufgeschlossen. Weiterhin ist die Kalkzone gut aufgeschlossen am Gschlif im Stillachtal und beim Lippenbichl am Ausgang des Warmatsgunder Tales.

(Am Gschlif ist auf der westlichen Seite der Stillach eine prachtvolle, nach NW überkippte Spezialmulde in der Kalkzone aufgeschlossen.)

Die Felswände der Freiberghöhe gehören ebenfalls der Kalkzone an, von hier zieht dieselbe zum Söllereck empor und den Kamm weiter, der zum Feilhorn führt.

Im kleinen Walsertal ist die Kalkzone sichtbar zwischen Mittelberg und Hirschegg, hier fällt eine starke Schieferung auf.

Bei Hindelang finden sich Aufschlüsse am Weg Hindelang—Steinköpfel, gleich nach der Abzweigung des Weges nach Gailenberg. Dann auch an dem letzteren bei der Brücke 200 m vor Gailenberg.

Ueber der Kalkzone liegt bei Oberstdorf eine etwa 50 m mächtige Zone von meist graugrünen splittrigen Schiefen, die sich allmählich aus der Kalkzone entwickeln. Diese Zone konnte ich nur bei Oberstdorf selbst beobachten; sie ist aufgeschlossen in den Trettachanlagen auf dem linken Trettachufer am Wege Oberstdorf—Gruben, ferner im Faltenbachtobel beim oberen Fall.

### III. Die Quarzitzone.

Nach oben zu stellen sich in den ebenerwähnten Schiefen Quarzitbänke ein, die in die „Quarzitzone“ überleiten. Auf der Karte habe ich diese mit der nächstfolgenden „Sandsteinzone“ zusammengefaßt.

In der Quarzitzone finden sich graue Quarzite, auch solche von graugrüner bis grüner Farbe, dann graue Sandkalke und vereinzelte Sandsteinbänke, doch machen die Quarzite die Hauptmasse dieser Zone aus. Zwischen den einzelnen, ziemlich dicken Quarzitbänken sind Lagen von blättrigen, graublauen, mitunter auch grünlichen Schiefen eingeschaltet.

Ein Quarzit aus dem oberen Faltenbachtobel zeigt im Dünnschliff folgendes Bild:

Grundmasse: amorphe Kieselsäure, nur spärlich vorhanden.  
Einstreuungen: 1. Quarzkörner, massenhaft, eckig, bis 0.5 mm groß.  
2. Muskovit in spärlichen Blättchen. 3. Zirkon in einzelnen Körnern.  
4. Schwefelkies in Putzen. Auf Spalten und Rissen Kalkspat.

In der Quarzitzone scheint insofern ein Fazieswechsel vorzuliegen, daß nach NO zu die reinen Quarzite zunehmen, nach SW dagegen abnehmen und dafür mehr Sandkalke auftreten; zwischen beiden Gesteinen dürfte wohl ein genetischer Zusammenhang bestehen. So sind südlich vom Freibergsee in der Umgebung von Schwand fast nur noch Sandkalke entwickelt, während schon im oberen Faltenbachtobel fast nur Quarzite vorhanden sind und die Sandkalke ganz zurücktreten.

Mächtig entwickelt sind dann die Quarzite im mittleren Reichenbachtobel zwischen Reichenbach und der Gaisalpe. Die besten Aufschlüsse bietet der Arbeiter- und Bautenkontrollweg, der allerdings etwas mühsamer wie der andere Weg zu begehen ist.

Zuunterst im Tobel ist Wildflysch aufgeschlossen, besonders dessen rote und grüne Schiefer (150 m oberhalb der Bachumbiegung nach SW). Die Schichten fallen durchschnittlich  $30^\circ$  nach SW ein und streichen N  $20^\circ$  O.

Weiter oben kommt man durch die Kalkzone, dann in die Quarzitzone, in der man bis über die Gaisalpe hinaus bleibt. Die Quarzite sind außerordentlich fest und von grauer, auch grünlicher Farbe. Sie bilden bis zu 2 m dicke Bänke, über die der Bach in größeren und kleineren Wasserfällen herabstürzt.

Zwischen den Quarzitbänken treten schwarze, braune und grüne Schiefer auf, die leicht zu einer krümeligen Masse zerfallen.

Die große Mächtigkeit der Quarzitzone hier im Reichenbachtobel ist nur scheinbar und rührt davon her, daß sie hier im nach NW überkippten Muldenkern liegt und so eine doppelte Mächtigkeit vortäuscht.

v. Seidlitz<sup>18)</sup> hat früher diese Quarzite im mittleren Reichenbachtobel als dem Wildflysch zugehörig betrachtet, er dürfte dabei aber die grünlichen Quarzitbänke mit dem im Wildflysch vorkommenden Oelquarzit verwechselt haben. Letzterer tritt aber nie in Bänken, sondern immer nur in einzelnen Brocken oder Blöcken auf.

Die Quarzitzone besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 100—150 m.

#### IV. Die Sandsteinzone (Oberzollbrücker Sandsteine).

Sie bildet das oberste und jüngste Glied des Flysches im Allgäu und Bregenzer Wald und ist daher als solches nicht mehr überall vorhanden.

Bei Oberstdorf selbst kommt sie nur noch an zwei Stellen vor: das einmal am oberen Ende des Faltenbachtobels (bei P. 1086) und das anderemal am Grat südlich vom Fellhorn.

In der Sandsteinzone sind, wie schon der Name sagt, Sandsteine in dicken Bänken weitaus vorherrschend; Schiefer sind zwar auch vorhanden, treten aber völlig zurück. In frischem Zustand sind die Sandsteine von grauer, beziehungsweise blaugrauer Farbe, die bei der Verwitterung in braun umschlägt. Die Sandsteine besitzen einen beträchtlichen Karbonatgehalt.

Weiter von Oberstdorf entfernt finden sich solche Sandsteine in der Umgebung von Sonthofen bei Oberzollbrücke (hier besonders typisch) und Altstätten, dann zwischen Hindelang und Gailenberg, und noch weiter nördlich, beziehungsweise nordöstlich davon links und rechts der Wertach. (Hörnleköpfe, Edelsberg.)

Hierher gehören wahrscheinlich auch die Sandsteine, die am Bolgengipfel und weiter nördlich davon auf den Kämmen auftreten (auch am Riedbergerhorn).

Von den Sandsteinen habe ich zwei Dünnschliffe untersucht. Sie zeigen folgendes Bild:

a) Sandstein vom oberen Faltenbachtobel bei P. 1086. Bindemittel Kalksubstanz.

Einstreulinge: 1. Quarz in mehr oder weniger runden Körnern, bis 2 mm groß. 2. Muskovit in Fetzen. 3. Biotit, ebenso. 4. Chlorit in einzelnen Schuppen. 5. Eisenerz. 6. Feinkörniger grauer Kalk in einzelnen Brocken, bis 1 mm groß.

b) Sandstein von Oberzollbrücke. Bindemittel Kalksubstanz.

Einstreulinge: 1. Quarz in eckigen Körnern bis 1.5 mm groß. 2. Muskovit in Fetzen. 3. Biotit, ebenso. 4. Plagioklas in einzelnen unregelmäßig gestalteten Fragmenten. 5. Eisenerz. 6. Feinkörniger grauer Kalk in einzelnen Brocken, bis 2 mm groß.

Die Schichtflächen der Sandsteine sind häufig (besonders bei Oberzollbrücke) mit kohligem schwarzen Pflanzenhäcksel überstreut.

Die Schiefer sind meist von blaugrauer oder auch grünlicher Farbe, dünn ebenspaltend und treten in Lagen von 10—15 cm Mächtigkeit zwischen den Sandsteinen auf.

Da die Oberzollbrücker Sandsteine die jüngsten Flyschsedimente sind, so läßt sich ihre Mächtigkeit heute nicht mehr bestimmen. Im oberen Illertal beträgt sie  $100 + x$  m.

Bevor ich auf die Altersbestimmung der einzelnen Zonen näher eingehe, will ich zuerst noch einmal eine spezielle Gliederung des Flysches bei Oberstdorf geben, die aber natürlich nur Gültigkeit für Oberstdorf selbst besitzt, weiter von diesem Ort entfernt gilt nur die oben abgehandelte Gliederung.

Es folgen bei Oberstdorf von oben nach unten:

Sandsteinzone,

mindestens 100 m (graue und braune karbonat. Sandsteine, blaugraue bis grünliche Schiefer).

Quarzitzone,

etwa 100 m (graue und grüne Quarzite; Sandkalke, Sandsteine).

Schieferzone,

etwa 50 m (vorwiegend graugrüne splittrige Schiefer).

Kalkzone,

etwa 300 m (dicke Kalkbänke von hellgrauer und blaugrauer Farbe mit zwischengelagerten Schieferpacken von schwarzer und grauer, auch grüner Farbe; Sandkalke und spärliche Sandsteine).

Scharfe Grenze.

Rote und grüne Schiefer 2—30 m.

Wildflysch gegen 300 m.

Senone Leisfmergel etwa 150 m.

Ist diese Gliederung speziell für Oberstdorf, so gilt aber folgende für weitere Gebiete (kleines Walsertal, Illertal, Hindelang, östlicher Bregenzerwald):

Sandsteinzone,  
 Quarzitzzone,  
 Kalkzone,  
 Wildflysch,  
 Leistmergel.

Halten wir in der allerdings sehr spärlichen Literatur Umschau, ob diese Gliederung im ganzen Allgäu und Bregenzer Wald Gültigkeit besitzt, so finden wir in den Arbeiten von Tornquist<sup>15)</sup> und Wepfer<sup>16)</sup>, die allein hierfür in Betracht kommen, folgendes: Nach den Angaben von Tornquist, der allerdings keine Gliederung aufstellt, lassen sich folgende Zonen von oben nach unten zusammenstellen: Sandsteine, Verkieselter Flysch (Quarzitzzone?), Kalkflysch, Konglomerate (Wildflysch!). Wepfer gibt ungefähr folgende Gliederung: Sandsteine, Mergelkalke, Sandig-tonige Schiefer, Mergelkalke (Kalkzone!), Flysch mit Urgebirgsbrocken (Wildflysch!).

Man sieht hieraus, daß meine Flyschgliederung auf größere Gebiete paßt, und es dürfte hiernach möglich sein, an Hand dieser Gliederung den gesamten Flysch vom Rhein ab im Westen gegen Osten bis zum Lech hin zu gliedern, um endlich einmal zu einem Verständnis der Flyschtektonik zu gelangen.

Während Wepfer eine ungefähre Gliederung angibt, ist dasselbe bei der Arbeit von Tornquist nicht der Fall. Das kommt daher, weil dieser zweierlei Flyschgesteine unterscheidet: „erstens Flyschgesteine von primärer Beschaffenheit, wie sie vor der jüngeren Faltung der gesamten Zone (im Obermiocän) schon vorhanden gewesen sein mögen“ und „zweitens solche Gesteine, welche durch die direkten oder wohl meistens indirekten Wirkungen der späteren Faltung und des Aufschubes auf die Molasse noch verändert und in ihre heutige Beschaffenheit übergeführt worden sind“.

Eine solche Zweiteilung der Flyschsedimente konnte ich nirgendwo beobachten, sondern meine Beobachtungen überzeugten mich davon, daß sämtliche Flyschgesteine immer schon ungefähr so aussahen, wie sie heute aussehen. Von der Metamorphose eines Teiles der Flyschgesteine war nichts wahrzunehmen. Es ist deshalb verständlich, daß Tornquist mit seiner Meinung von zweierlei Flyschgesteinen zu keiner Gliederung kommen konnte.

Ferner spricht er davon, da er den Wildflysch nicht kennt, bezw. als solchen erkennt, daß in dem Allgäu-Vorarlberger Flyschzug zwei „Konglomerathorizonte“ vorhanden seien: einmal ein „Basalkonglomerat“ über den Seewenmergeln und ferner eine stratigraphisch höher gelegene „Konglomeratzone“ in der Mitte des Flyschzuges.

Das trifft nicht zu; sämtliche „Konglomeratzonen“ gehören dem Wildflysch an, sowohl das „Basalkonglomerat“ wie auch die „stratigraphisch höher gelegene Konglomeratzone“. Als letztere führt Tornquist die Umgebung der Allgäuer Klippenzone an. Hier gerade handelt

es sich aber um typischen Wildflysch. Ich werde später noch einmal darauf zurückkommen.

### B. Altersfolge.

Den Wildflysch stelle ich aus folgenden Gründen zur obersten Kreide:

Er entwickelt sich stratigraphisch aus den oberen Leistmergeln, die ja dem Senon angehören. Aus den Aufschlüssen bei der Walserschanz im Breitachtal geht das klar hervor. Es stellen sich nämlich hier bereits in den Leistmergeln, noch ziemlich weit von der Flyschgrenze entfernt, die ersten exotischen Blöcke ein (Breccien, Glimmerschiefer, Sandkalke). Nach oben zu nehmen die Blöcke an Häufigkeit zu, zugleich damit werden die Leistmergel sandiger und dunkler, bis zuletzt typischer Wildflysch resultiert. Eine Grenze zwischen Leistmergel und Wildflysch läßt sich gar nicht finden. Es ist hier also zweifelsohne ein allmählicher stratigraphischer Uebergang vorhanden.

Von einer tektonischen Grenze ist keine Spur zu sehen.

Das beweist, daß der Wildflysch als solcher nicht als exotisch, sondern als helvetisch zu betrachten ist.

Das beweist ferner, daß zwischen Leistmergel und Wildflysch keine Schichtlücke liegen kann, sondern daß beide zusammengehören.

Da nun aber im Untereocän in den Alpen Festland war oder wenigstens keine marine Sedimentation erfolgte, soweit bis jetzt feststeht, und deshalb zwischen oberer Kreide und den darauffolgenden Ablagerungen des Mitteleocäns eine Schichtlücke, nämlich die des Untereocäns, liegt, so ist diese überall vorhandene Schichtlücke nicht zwischen Leistmergel und Wildflysch zu suchen, denn beide gehen ja allmählich ineinander über.

Die untereocäne Schichtlücke muß also höher liegen, das heißt über dem Wildflysch. Daraus ergibt sich wieder, daß der Wildflysch in das oberste Senon gehören muß und er vertritt demnach die oberen Leistmergel samt den Hachauer Schichten.

Für diese Auffassung scheint auch folgende auffällige Erscheinung zu sprechen: Ueberall wo Wildflysch auftritt, sind die Leistmergel nur 150—200 m mächtig, Hachauer Schichten fehlen völlig. Wo dagegen der Wildflysch primär fehlt, was zum Beispiel am Grünten der Fall ist (abgesehen von einer Ausnahme an der Verquetschungszone von Grüntenkreide und Molasse), sind die Leistmergel 300—400 m mächtig und die Hachauer Schichten wohlentwickelt. Es schließen sich also gegenseitig aus: Untere Leistmergel + Wildflysch und untere + obere Leistmergel + Hachauer Schichten. Auf diese interessante Erscheinung werde ich später bei Besprechung der Faziesverhältnisse noch einmal zurückkommen.

Genau so wie im Allgäu liegen die Verhältnisse auch in der Schweiz am Säntis und an den Churfürsten. Hier schreibt zum Beispiel Arn. Heim an verschiedenen Stellen seines schönen Werkes über die Churfürsten-Mattstockgruppe<sup>4)</sup>, daß sich eine sichere Grenze zwischen Leistmergel und Wildflysch nicht finden lasse, die Kreide-Eocängrenze

sei daher an solchen Stellen noch problematisch. Dasselbe gilt auch für die Amden-Wildhauser Mulde zwischen Säntis und Churfürsten.

Es finden sich auch dort überall schon in den oberen Leistmergeln weit unter der Grenze gegen den Wildflysch exotische Blöcke stratigraphisch (nicht tektonisch!) eingelagert und vermitteln so den Uebergang, ja es finden sich ganze Wildflyschlagen in den Leistmergeln.

Auch im Bregenzer Wald liegen exotische Blöcke bereits in den oberen Leistmergeln, so zum Beispiel am Schmidlebach bei Egg und beiderseits der Bregenzer Ache zwischen Andelsbuch und Schwarzenberg und leiten dort in den Wildflysch über. (Ueberschiebungsbreccie nach Wepfer!)

Die Bänke von Nummulitenkalk, die in der Schweiz im Wildflysch manchenorts eingelagert sind, wurden früher für primär-sedimentäre Einschaltungen und daher der Wildflysch für Eocän gehalten. Neuerdings entpuppen sich aber diese Nummulitenkalke mehr und mehr als tektonische Einschaltungen und Repetitionen, wobei natürlich auch das Eocänalter des Wildflysches ins Wanken gerät. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch der Wildflysch in der Schweiz der oberen Kreide angehört, zumal die Kreide-Eocängrenze nach Arn. Heim nirgends zwischen Leistmergel und Wildflysch festzustellen ist.

Die untereocäne Schichtlücke liegt also zwischen Wildflysch und der Flyschkalkzone. Letztere dürfte deshalb mit dem Mitteleocän beginnen, mit welchem Horizont desselben, läßt sich mangels geeigneter Fossilien nicht feststellen.

Die Grenze zwischen Wildflysch und Kalkzone ist, einer raschen Transgression entsprechend, messerscharf und stellt sicher die wichtigste Diskontinuität dar innerhalb der ganzen Flyschfolge; Uebergänge fehlen. Ueber den Wildflysch legen sich mit scharfer Grenze die ersten Kalkbänke der Kalkzone. Nur auf der Westseite der Hoffmannsrube bei Oberstdorf konnte ich die im stratigraphischen Teil erwähnte Breccie beobachten.

Die Kalkzone dürfte das Mitteleocän sowohl wie auch das Obereocän, zum Teil wenigstens, noch umfassen.

Sie vertritt demnach die Nummulitenkalke und die über denselben folgenden obereocänen Fleckenmergel des Grüntengebietes (Stadschiefer der Schweiz, obereocäne Stockletten).

Und wieder sehen wir, daß sich gegenseitig ausschließen die Kalkzone einerseits und die Nummulitenkalke + Stadschiefer des Grüntengebietes andererseits. Ebenso schließen sich aus die Kalkzone und der Assilinengrünsand + Stadschiefer des Gebietes vom Hüttenberg (westlich Sonthofen) und von Agathazell (am Nordfuß des Grünten). Auch auf diese Beobachtung muß ich später noch einmal zurückgreifen.

Die Quarzit- + Sandsteinzone halte ich für obereocän bis unteroligocän. Sie liegt über der Kalkzone, die, wie wir eben gesehen haben, mittel- und obereocänes Alter haben dürfte.

Das Alter der Sandsteinzone läßt sich aber noch genauer fixieren. Der Sandsteinzone zugehörige Sandsteine finden sich auch westlich von Sonthofen bei Oberzollbrücke.

Hier wurde dieser Sandstein von Gumbel<sup>1)</sup> und später von Rösch<sup>11)</sup> für oberoligocänen Molassesandstein gehalten. Dem tritt Arn. Heim in seiner Grüntenarbeit<sup>6)</sup> entgegen und stellt diesen Sandstein zum Flysch, wie das ja auch zutrifft. Heim war aber nicht der erste, der den Sandstein als zum Flysch gehörig erkannte und wie er das wohl annahm. Bereits im Jahre 1915 hat ihn Rothpletz<sup>12)</sup> zum Flysch gestellt. Er schreibt in dieser Arbeit (S. 147): „Es kann also gar keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die sogenannte Oberzollbrücke Molasse alter ist (nämlich als Oligocän) und dem Flysch zugehört.“ Heim hat anscheinend von dieser Arbeit keine Kenntnis gehabt.

Die Sandsteine von Oberzollbrücke folgen im Hangenden der als sicher obereocän bekannten Stadschiefer. Er gehört also entweder in das oberste Eocän oder in das Unteroligocän. Das gleiche trifft dann auch für die Sandsteine der Sandsteinzone bei Oberstdorf usw. zu, und daraus kann man umgekehrt wieder auf das ober- und mittlereocäne Alter der unter der Sandsteinzone liegenden Kalkzone schließen.

### C. Faziesverhältnisse.

Im folgenden will ich nun auf die faziellen Verhältnisse eingehen, wie sie sich aus meinen Beobachtungen ergeben. Bei verschiedenen Punkten dieses, besonders aber auch des nächsten Abschnittes über die Tektonik kann ich mich aber auf die Wiedergabe meiner Beobachtungen allein nicht beschränken, sondern muß auch darüber hinaus kombinieren und manchmal werden dabei Probleme angeschnitten, deren Lösung heute noch nicht erfolgen kann. Manche meiner Anschauungen halten vielleicht der vorwärtsdrängenden Forschung in späteren Zeiten nicht stand und werden durch andere, besser begründete Ansichten ersetzt. Doch lassen sich aus dem vorhandenen Tatsachenmaterial schon jetzt eine Reihe von Gesichtspunkten gewinnen, die für den Fortschritt der weiteren Erforschung vielleicht von Wichtigkeit sein werden.

Eines der größten Probleme der Alpengeologie ist das Problem der exotischen Blöcke, das heißt also das Wildflyschproblem.

Wie ich schon oben im stratigraphischen Teil erwähnt habe, ist der Wildflysch eine Zone stärkster Sedimentation. Große Mengen von klastischem Material sind auf einmal fast unvermittelt in das Oberkreidemeer eingeschwemmt worden. Es finden sich ja an vielen Stellen bereits in den Leistmergen selbst die exotischen Blöcke. Die Einschwemmung dieser in das Oberkreidemeer sowie der jähe Sedimentationswechsel überhaupt lassen sich nur durch eine orogenetische Bewegung erklären, die im Süden der helvetischen Zone vor sich ging, denn nur von Süden ist das klastische Material gekommen.

Sehen wir uns nach einer solchen Gebirgsbewegung um, so finden wir, allerdings weit südlich vom helvetischen Gebiet entfernt, die Gosaubewegungen im Oberostalpinen; und wenn diese im allgemeinen auch älter sind als die Bewegungen zur Wildflyschzeit, so

<sup>1)</sup> Geognost. Beschreibung des bayr. Alpengebirges. Gotha 1861, pag. 735.

erhebt sich doch immerhin die Frage, ob beide Bewegungen nicht doch in irgendeinem Zusammenhang stehen.

Die Frage nach der Herkunft der exotischen Blöcke ist außerordentlich schwierig. Nur soviel steht für das Allgäu fest: Oberostalpin Material fehlt im Wildflysch!

Es kann sich also nur um unterostalpinen und penninischen Material handeln, das aber nicht weit transportiert sein kann, denn metergroße Blöcke mit völlig eckigen Kanten sind nicht weit transportiert worden. Und auch die kleinen Blöcke und Fragmente besitzen immer eckige Gestalt. Normaler Flußtransport kommt also nicht in Frage.

Zur Zeit der Wildflyschbildung muß unmittelbar am Südrand des Wildflyschmeeres eine penninische, beziehungsweise unterostalpine Steilküste bestanden haben, eine Flachküste ist wegen der Größe der Blöcke ausgeschlossen, die eine steile Kontinentalböschung verlangt.

Damit ist aber noch nicht die breite Zone erklärt, in der so große Blöcke vorkommen. Man muß deshalb zu der Vorstellung greifen, daß sich dieser Küstenrand allmählich meерwärts verschoben hat, in Richtung auf das Wildflyschmeer zu. So konnten die großen Blöcke auf eine immer breitere Zone verstreut werden.

Ob sich an die nach Norden vorrückende Steilküste ein Festland weiter südlich anschloß, ist unsicher und unwahrscheinlich, es sind keine Anzeichen davon bis jetzt bekannt.

Wahrscheinlich gehörte diese Steilküste dem Kopf einer nach Norden langsam vordringenden Geantiklinale an.

Bei dieser Vorstellung denkt man unwillkürlich an einen beginnenden Deckenschub, doch bezweifle ich, ob dieser Ausdruck der passende ist für eine geantiklinale Bewegung.

Bei den jüngeren großen Deckenschüben können Teile der Geantiklinale, die Material zum Wildflysch geliefert hat, als Decke über den fertigen Wildflysch geschoben sein. So erklärte es sich, weshalb gleiche Gesteine sowohl im Wildflysch als exotische Blöcke wie auch auf dem Wildflysch als Klippen vorkommen. (Zum Beispiel in der Nordschweiz.)

Für die Allgäuer Alpen trifft das allerdings nicht zu; denn die Allgäuer Klippen (Feuerstätter Kopf, Schelpen, Ränktobel usw.) schwimmen nicht wie die Schweizer Klippen auf dem Flysch, sondern liegen in ihn eingesedimentiert. Sie dürften nichts weiter sein wie große exotische Blöcke, die wie die anderen Blöcke auch im Wildflysch liegen.

Zur Erklärung so ungeheurer Blöcke kann meiner Ansicht nach auch nur eine langsam vorrückende Geantiklinale, von deren Stirnrand die Blöcke stammen, verantwortlich gemacht werden<sup>1)</sup>.

Das Material der Klippen wurde bisher für oberostalpin gehalten; ob das zutrifft, ist mir zweifelhaft. Es scheint mir den typisch oberostalpinen Aptychenschichten nicht sonderlich zu gleichen.

<sup>1)</sup> Zu vergleichen etwa den geantiklinalen Inselkränzen von Timor—Tenimber—Ceram und Flores—Wetter—Banda Inseln—Api, die mit Vortiefen versehen gegen Australien und Neu-Guinea vorrücken.

Da von Herrn Dr. H. P. Cornelius in absehbarer Zeit eine Spezialarbeit über die Allgäu-Vorarlberger Klippen zu erwarten ist, will ich nicht weiter auf dieselben eingehen.<sup>1)</sup>

Arn. Heim hat zur Erklärung der exotischen Blöcke die Treibeishypothese aufgestellt<sup>2)</sup>. Doch setzt diese Hypothese eine Landmasse voraus, die größeren Umfang gehabt haben muß, um vergletschert zu sein. Diese Landmasse müßte im Süden gelegen haben, doch sind dort für eine größere Landmasse keine Beweise vorhanden. Ich lehne deshalb und aus anderen Gründen diese Hypothese ab.

Während im Süden des Oberkreidemeeres die Wildflyschbildung vor sich ging, war im Norden die Sedimentation ruhiger, bis dahin gelangte das grobe Material nicht. Der Absatz der Leistmergel wurde weiter im Norden nicht unterbrochen, und als oberstes Kreideglied konnten sich hier noch die Hachauer Schichten absetzen.

Der Wildflysch fehlt in diesem Bezirk. Dafür sind aber die Leistmergel 300–400 m mächtig, während sie weiter südlich, wo Wildflysch vorkommt, nur 100–150 m mächtig sind.

Ich möchte hier auf ein weiteres im Illertal vorkommendes Schichtglied der oberen Kreide aufmerksam machen, nämlich auf die Wangschichten.

Es sind das bräunlich-sandige, meist sehr glaukonitische rauhschiefrige Mergel oder dünnbankige Kalke.

Arn. Heim hat in seiner Grüntenarbeit<sup>3)</sup> das erstemal diese Schichten aus dem Allgäu erwähnt, und zwar fand er sie NW von Oberstdorf an dem Hügelchen südwestlich der Eisenbahnbrücke über die Stillach.

Ferner fand ich neuerdings typische Wangschichten an der alten Straße Rubi—Reichenbach, wo sie in größeren Aufschlüssen auftreten. Die Karten verzeichnen hier bisher immer nur Flysch.

Arn. Heim ließ in seiner Arbeit die Frage offen, ob die von ihm gefundenen Wangschichten normal zu der unter den Flysch tauchenden Kreide gehören.

Nach meinen Beobachtungen muß ich die Frage bejahen. Es gehen nämlich die Leistmergel der Schöllanger Burg (südöstlich Fischen) nach oben in typische Wangschichten über, indem der Sand- und Glaukonitgehalt allmählich zunimmt. Ein Dünnschliff zeigt folgendes Bild:

In bräunlicher Kalkgrundmasse liegen eine Unmenge von meist eckigen Quarz- und Glaukonitkörnern, bis 2 mm groß. Darin liegen Foraminiferen in ziemlicher Häufigkeit. Folgende Formen konnte ich erkennen:

*Globigerina cretacea* d'Orb.

*Oligostegina laevigata* Kaufm.

*Noniona globulosa?* Kaufm.

*Miliola* sp.

*Rotalia* sp.

Textularien.

<sup>1)</sup> Siehe den Nachtrag am Ende der Arbeit.

Putzen von Schwefelkies sind da und dort im Gestein verteilt. Uebergangsschichten zwischen Leistmergel und Wangschichten habe ich auch in den Trettachanlagen aufgefunden, wo sie einen nach NW überkippten Sattel im Wildflysch bilden. Dieser ist aufgeschlossen am Weg vom Elektrizitätswerk zur Dummelsmooser Brücke beim Wehr (östliche Talseite). C. A. Haniel hat auf seiner Karte<sup>3)</sup> hier Flysch verzeichnet. Ueberhaupt weist seine Karte gerade hier einige Ungenauigkeiten auf. So sind die Leistmergel gegenüber dem Elektrizitätswerk unrichtig abgegrenzt, sie reichen noch weiter fußabwärts. Dann reicht weiter nördlich der Flysch (typischer Wildflysch!) noch weiter fußabwärts bis fast zur Dummelsmooser Brücke (im Bachbett). Auf seiner Karte hört er bereits viel früher auf. Ebenso hat er den Kreidesattel beim Wehr übersehen.

Diese neu aufgefundenen Kreideschichten sind dunkler und sandiger als die Leistmergel gegenüber dem Elektrizitätswerk. Der Dünnschliff zeigt eine bräunlichgrüne Kalkgrundmasse, in der eckige Quarzkörner bis 0.2 mm und Glaukonitkörner bis 0.1 mm Größe liegen. An Foraminiferen gewahrt man *Globigerina cretacea* und *Oligostegina laevigata*.

Auf folgende merkwürdige Tatsache möchte ich noch hinweisen: Die Schiefer der Wangschichten sehen den Schiefen, die ich oben als für den Wildflysch charakteristisch geschildert habe, verblüffend ähnlich. Beides sind bräunliche Mergel mit gleichem Sand- und Glaukonitgehalt und den gleichen Foraminiferen. Beide zeigen die gleiche Spaltbarkeit und sind kaum voneinander zu unterscheiden.

Merkwürdig ist auch das Auftreten der Wangschichten, sie finden sich in geringer Mächtigkeit (zirka 50 m) nur ganz im Osten der untertauchenden Kreide an der Grenze gegen den Wildflysch, von dem sie sich nur durch das Fehlen der exotischen Blöcke unterscheiden.

Ich neige deshalb zu der Ansicht, daß Wangschichten und Wildflysch (im oberen Illertal wenigstens) gleichaltrige Bildungen sind und auch unter gleichen Verhältnissen entstanden, wofür die Aehnlichkeit beider Sedimente spricht.

Wo die Wangschichten auftreten, scheint der Wildflysch eine geringere Mächtigkeit wie sonst zu besitzen.

Die Flyschkalkzone ist eine Zone von im großen und ganzen gleichmäßiger und ruhig verlaufender Sedimentation. Sie ist zum großen Teil eine fast rein organogene Bildung.

Unterbrochen wird sie nur durch zeitweise Einschwemmung von Ton- und Sandmaterial.

Mit den Fazieszonen, die wir im Wildflysch fanden, zeigt sich eine auffallende Uebereinstimmung. Wo der Wildflysch vorhanden ist, findet sich über ihm die Flyschkalkzone, wo er fehlt, d. h. wo obere Leistmergel und Hachauer Schichten statt seiner entwickelt sind, ist auch die Kalkzone nicht vorhanden, statt dessen finden sich Nummulitenkalke und obereocäne Stadschiefer (Fleckenmergel). Die Stadschiefer sind am nördlichsten, sie gehen nach Süden in die Fleckenmergel des Grüntengebietes über, diese ihrerseits wieder in die Kalkzone.

Wie zur Wildflyschzeit findet sich auch hier ein nördlicher und ein südlicher Faziesbezirk.

Doch greifen die Nummulitenkalke vereinzelt auch bis in Kalkzone über, so zum Beispiel südlich vom Hohen Freschen im Bregenzer Wald, von wo ein isoliertes Vorkommen von Nummulitenkalk schon lange bekannt ist.

Dann muß noch ein Vorkommen südwestlich von Oberstdorf im hinteren Breitachtal vorhanden sein. Anstehend wurde hier zwar noch nie Nummulitenkalk gefunden, doch ist solcher stellenweise im Moränenmaterial vorhanden, was auf weiter südlich anstehenden Nummulitenkalk schließen läßt. So liegt ein großer Block im Breitachtal am Weg Breitachklamm—Waldhaus (bei Riezlern) bei der Einmündung des Hörnlebaches. Der Kalk ist sehr eisenreich, in kalkiger Grundmasse liegen unregelmäßig gestaltete Quarzkörner bis 2 mm groß, dann Glaukonit, besonders als Hohlräumausfüllung von Foraminiferen und oft zu Brauneisen zersetzt. An Fossilien finden sich: Orbitoiden, Globigerinen, *Globigerina conglobata* Brady, Rotalien, Textularien, Orthophragminen, Echinodermenreste und megasphärische Nummuliten.

Einen anderen Block fand ich im Rohrmooser Tal, hier handelt es sich um einen Nummuliten-Lithotamnienkalk mit Orbitoiden.

Hoffentlich gelingt es in absehbarer Zeit, den bisher anstehend unbekanntem Nummulitenkalk aufzufinden. Er dürfte eine Einlagerung in der Kalkzone bilden.

In der Sandsteinzone finden sich zum erstmalig ausgeglichene Verhältnisse: die Sandsteine sind überall vorhanden.

Durch die Bildung der Sandsteine zeigt sich wieder eine, wenn auch nur geringe, gebirgsbildende Bewegung an, die die plötzliche Einschwemmung einer so großen Menge grobklastischen Materials hervorrief, das natürlich nur von Süden gekommen sein kann wie sämtliche Flyschsedimente. Die Sandsteine treten im ganzen Bregenzer Wald hindurch auf und weit über Hindelang hinaus nach Osten.

Auf Grund der von mir geschilderten Faziesverhältnisse lassen sich so für das Allgäu und den östlichen Bregenzer Wald drei Faziesbezirke unterscheiden, die sich wohl auch auf drei Decken verteilen.

Die nördliche Fazieszone umfaßt die Gegend von Agathazell östlich der Iller (nördlich vom Grünten) und das Gebiet des Hüttenbergs westlich dieses Flusses. Für sie ist folgende Schichtentwicklung charakteristisch: Seewerschiefer (Turon), Leistmergel?, Hachauer Schichten, Assilinengrünsand, obereocäne Stadschiefer, Oberzollbrücker Sandsteine.

Die mittlere Fazieszone umfaßt das Grüntengebiet samt den Nummulitenschichten im Sinne von Gumbel. Für dieses Gebiet ist charakteristisch: Untere und obere Leistmergel mit Burgberggrünsand in stratigraphisch repetierten Lagen, Hachauer Schichten, Nummulitenkalk, obereocäne Fleckenmergel, Oberzollbrücker Sandsteine. Die Fleckenmergel stehen in ihrer Entwicklung zwischen Stadschiefer und der Kalkzone.

Die südliche Fazieszone umfaßt die Kreide und den Flysch bei Fischen und Oberstdorf und die Kreide samt Flysch des ganzen

mittleren und südlichen Bregenzer Waldes bis Feldkirch. Charakteristisch für diese Fazieszone sind: Untere Leistmergel mit Burgberggrünsand (bei Oberstdorf), Wildflysch, Kalkzone, Oberzollbrücker Sandsteine.

Auch die Schichten der tieferen Kreide sind in den einzelnen Zonen voneinander verschieden, doch komme ich darauf bei der Besprechung der tektonischen Stellung des Grüntens zu sprechen.

#### D. Tektonik.

Auf Grund der Faziesverhältnisse lassen sich so im Allgäu und Bregenzer Wald drei große Decken herausgliedern:

1. Die Hüttenbergdecke. (Hüttenberg westlich Sonthofen.)
2. Die Grüntendecke.
3. Die Bregenzerwalddecke.

Auf die Hüttenbergdecke, die selbst der Molasse aufliegt, ist die Grüntendecke geschoben, auf diese wieder die Bregenzerwalddecke.

Die Grüntendecke beginnt erst östlich der Iller mit dem Grüntens selbst, sie stellt die obenerwähnte mittlere Fazieszone dar. Südlich Agathazell ist die Grüntendecke der Hüttenbergdecke aufgeschoben; letztere keilt nach O bald aus, so daß die Grüntendecke dann unmittelbar an die Molasse stößt.

An der Iller hört die Grüntendecke auf. Hier taucht die Hüttenbergdecke unter ihr hervor und setzt gegen Westen weiter fort, sich dabei immer mehr verschmälernd; am Schmidlebach bei Egg dürfte sie zwischen Molasse im Norden und der Bregenzerwalddecke im Süden auseinandergehen.

Letztere liegt also vom Schmidlebach an bis zur Iller unmittelbar auf der Hüttenbergdecke. Erst von der Iller ab nach NO fährt sie auf die Grüntendecke auf. Die Ueberschiebung kommt aus der Gegend des Schmidlebachs von Westen herüber, verläuft nördlich der Allgäuer Klippenzone, dann nördlich von Fischen durch das Illertal und weiter über Imberg, Liebenstein, Roßkopf weiter nach Osten bis Unterjoch. Hier verschwindet die Bregenzerwalddecke unter der ostalpinen Allgäudecke, sie taucht nirgends mehr weiter östlich auf. Die südbayerische helvetische Kreide gehört der Grüntendecke an.

Längs der Ueberschiebungslinie auf die Grüntendecke liegen eine Reihe von Schubschollen, so die roten und grauen Seewenkalke und Leistmergel von Liebenstein, der Seewenkalk nördlich von Gailenberg und die Leistmergel und Seewenkalke vom Roßkopf nördlich Hindelang. Diese Schollen von Oberkreide dürfte die Bregenzerwalddecke bei ihrem Vormarsch dem Bestand der unterliegenden Grüntendecke entnommen haben. Ebenso dürfte die Bregenzerwalddecke bei ihrem Vormarsch die Nummulitenschichten und Fleckenmergel des südlichen Grüntengebietes von ihrer Unterlage abgeschürft und vor sich aufgehäuft und zusammengeschoben haben. Eine andere Decke kommt für diesen Zusammenschub nicht in Frage.

Die roten Seewenkalke von Liebenstein wurden früher als „lepontinische Couches rouges“ aufgefaßt und samt den „Couches

rouges“ vom Elektrizitätswerk bei Oberstdorf der Falknisdecke zugewiesen.

Daß es sich bei den Leistmergeln vom Elektrizitätswerk bei Oberstdorf nicht um „Couches rouges“ der Falknisdecke handelt, habe ich bereits früher betont<sup>10)</sup>. Arn. Heim schreibt von bis 10 m dicken roten Lagen<sup>6)</sup>, doch ist davon nichts zu sehen. Eine einzige rote Bank von 30 cm Mächtigkeit ist zu beobachten, und außerdem stellenweise noch rote und grüne Flecken, aber ganz untergeordnet und auch nicht häufiger, wie sie zum Beispiel im Breitachtal oberhalb der Walserschanz in ebenfalls typischem Leistmergel zu beobachten sind.

Aber auch die roten Seewenkalke von Liebenstein sind nicht als „Couches rouges“ anzusprechen, trotz ihrer roten Farbe. Sie sind mit grauen Seewenkalken und auch mit normalen Leistmergeln aufs engste verknüpft. Die rote Farbe ist nichts besonderes, sie findet sich auch in der Schweiz in den südlicheren helvetischen Faziesgebieten. Am benachbarten Grünten enthält der Seewenkalk mächtige rote Lagen (zum Beispiel am Grüntenhaus). Der rote Seewenkalk von Liebenstein dürfte also dem Faziesgebiet des Grünten zugehören. Tektonisch ist es eine Unmöglichkeit, diese Liebensteiner Seewenkalke als „Couches rouges“ aufzufassen. Denn sie liegen mehrere Kilometer außerhalb des ostalpinen Deckenrandes, von dem nicht erwiesen ist, ob er jemals bis hierher gereicht hat. Träfe das aber zu, dann wäre die Allgäu- decke infolge des Gefalles ihrer Schubfläche nach SSO und ihres Axialgefalles nach O in einer Höhe von mindestens 1800—2000 m in der Gegend von Liebenstein gelegen, während die „Couches rouges“ in 800 m Höhe liegen. Um ihre heutige Lage zu erklären, müßten wir also Verwerfungen von wenigstens 1000 m Sprunghöhe zu Hilfe nehmen. Von solchen Verwerfungen ist aber im ganzen Allgäu keine Spur zu sehen.

Die roten Seewenkalke von Liebenstein sind also helvetisch! An fremden Deckenkörpern zwischen helvetisch und oberostalpin bleiben also nur noch die verschürften Fetzen der „Aroser Schuppenzone“ übrig.

Arn. Heim läßt in seiner Arbeit<sup>6)</sup> den Grünten weiter im Süden wurzeln als die Bregenzerwaldkreide, das heißt also nach meiner Einteilung: Die Grüntendecke wurzelt weiter im Süden als die Bregenzerwalddecke. Ich glaube aber, daß der Grünten, also die Grüntendecke, schon immer nördlicher gelegen war als die Bregenzerwalddecke. Für diese Ansicht führe ich folgendes an:

Der Wildflysch ist eine Bildung, die auf den südlichsten Teil der helvetischen Decken beschränkt ist. Das Material kommt ja von Süden, dort liegt es also zu großer Mächtigkeit angehäuft, während es im mittleren Teil und im Norden der helvetischen Zone naturgemäß stratigraphisch fehlen muß, beziehungsweise durch andere Sedimente ersetzt sein muß.

Alle die Gebiete aber, die primär von Wildflysch frei sind, müssen demnach ursprünglich nördlicher gelegen sein als die Gebiete, die primär Wildflysch enthalten.

Ein solches Gebiet, das primär frei von Wildflysch ist, ist das Grüntengebiet, es muß also einer nördlicheren Fazies angehören als der mittlere und südliche Bregenzer Wald.

Das einzige Positive, was für eine südlichere Abkunft der Grüntendecke spricht, ist die gute Entwicklung des Gargasien, besonders des unteren (Gamser Schichten usw.), das zwischen Oberstdorf und der Bregenzer Ach der Kreide der Bregenzerwalddecke fehlt oder nur schwach entwickelt ist. Gegen Feldkirch zu stellt es sich dann aber wieder ein.

Vergleichen wir im einzelnen die Entwicklung der Kreide der Grüntendecke mit der der Bregenzerwalddecke, um so die Stellung der ersteren erkennen zu können.

Falls der Grünten südlicheren Faziestypus wie die Bregenzerwaldkreide hat, so müßte in Analogie mit den Schweizer Alpen folgendes der Fall sein:

1. Die Drusbergschichten (Barrême) müßten am Grünten weit mächtiger sein als im Bregenzer Wald.

Sie haben ungefähr dieselbe Mächtigkeit.

2. Der Schrättkalk sollte eine viel geringere Mächtigkeit als im Bregenzer Wald besitzen.

Er ist aber annähernd ebenso mächtig wie dort.

3. Der Brisisandstein (oberes Gargasien) müßte von geringerer Mächtigkeit als im Bregenzer Wald sein.

Er ist doppelt so mächtig am Grünten.

4. Das Albien müßte ebenfalls am Grünten weniger mächtig sein; das gleiche gilt auch für den Seewerkalk.

Beide sind mächtiger als im Bregenzer Wald.

5. Im südlichsten helvetischen Faziestypus fehlen die Leistmergel oder haben nur eine verschwindend geringe Mächtigkeit.

Im Grüntengebiet sind sie von außerordentlicher Mächtigkeit, sie sind mehr wie doppelt so mächtig als in der Kreide des Bregenzer Waldes.

6. Die für den südlichen helvetischen Faziestypus so ungemein charakteristischen Wangschichten fehlen dem Grünten, sind dagegen in der Kreide des Bregenzer Waldes stellenweise vorhanden.

Ich glaube an Hand dieser Zusammenstellung gezeigt zu haben, daß es keineswegs erwiesen ist, daß der Grünten von südlicherer Herkunft wie die Bregenzerwalddecke ist. Alle Faziesvergleiche mit der Schweiz sprechen, mit der einzigen Ausnahme des unteren Gargasien, gerade für das Gegenteil. Dagegen spricht auch die Bildung des Wildflysches.

Nach Arn. Heim ist die Ausbildung der Grüntenkreide auffallend ähnlich der Ausbildung der Kreide in der südlichen Illschlucht bei Feldkirch, das heißt der südlichsten Vorarlberger Kreide.

Dazu ist zu bemerken, daß die Kreide bei Feldkirch allerdings die südlichste Vorarlberger Kreide darstellt; die Kreide bei Feldkirch ist aber aufs engste mit der Kreide des Bregenzer Waldes verknüpft und weder tektonisch noch sonst irgendwie von dieser getrennt; sie gehört zur Bregenzerwalddecke.

Ist nun der Grüntén, wie Arn. Heim meint, in ein Loch der vorher erodierten Speernagelfluh geschoben?

Der Grüntén wohl kaum, denn er liegt ja auf der Hüttenbergdecke und nicht auf der Molasse selbst. Wohl aber dürfte die Hüttenbergdecke bei Agathazell, wo sie östlich der Iller plötzlich nach Norden vorstößt, in einem solchen Loch liegen. Die Molasse streicht hier unter die Hüttenbergdecke und die dieser aufliegenden Grünténdecke hinein.

Am Schmidlebach bei Egg treten nach Westen zu das letzte Mal verquetschte Linsen und Fetzen von Nummulitenkalk auf, die Tornquist beschrieben hat<sup>15)</sup>. Hier dürfte die Hüttenbergdecke unter der Bregenzerwaldecke verschwinden.

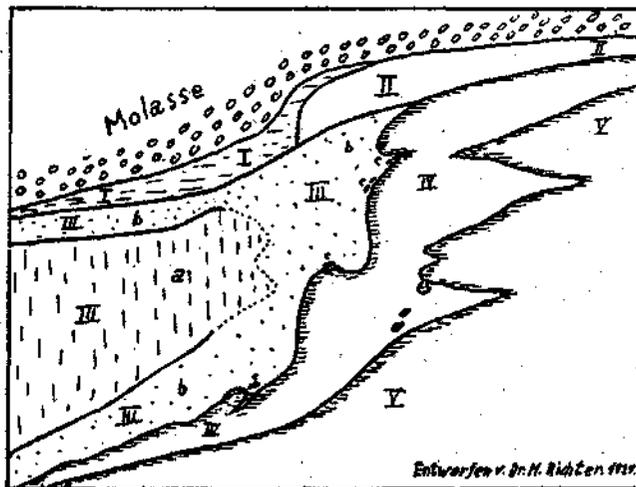
Eocäne Grünsande treten dann erst wieder weiter westlich an dem Abfall der Vorarlberger Kreide gegen das Rheintal auf, bei Dornbirn, Hohenems und Fraxern. Wildflysch fehlt diesen Gebieten; wo er auftritt, wie zum Beispiel an der Hohen Kugel, sind Grünsande nicht vorhanden.

Es ist wahrscheinlich, daß die Hüttenbergdecke hier wieder auftaucht. Möglicherweise tritt auch die Grünténdecke hier auf.

Typischer Wildflysch der Bregenzerwaldecke tritt auch zwischen Rheintal und Bregenzer Ach am Hochälpele, in der Umgebung von Andelsbuch und am Prühlbach auf.

E. Wepfer war der Ansicht<sup>16)</sup>, daß dieser Wildflysch, den er als solchen nicht erkannte, eine „Ueberschiebungsbreccie“ des Flysch über die Seewenmergel sei. Daß er bei dieser Ansicht zu ganz merk-

Fig. 1.



Strukturkarte vom Allgäu.

- |                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| I. Hüttenbergdecke.     | a) Kreide der Bregenzerwaldecke. |
| II. Grünténdecke.       | b) Flysch der Bregenzerwaldecke. |
| III. Bregenzerwaldecke. | c) „Rhätische“ Schubschollen.    |
| IV. Allgäuendecke.      |                                  |
| V. Lechtaldecke.        |                                  |

würdigen tektonischen Vorstellungen kam, ist nicht verwunderlich, seine Profile geben ein Bild davon. Sie lassen sich aber ohne weiteres verstehen und richtig deuten, wenn man sie so umzeichnet, daß der Wildflysch (beziehungsweise die „Ueberschiebungsbreccie“) das normale Hangende der Seewenmergel (Leistmergel) bildet, wie das Ampferer<sup>1)</sup> bereits früher getan hat.

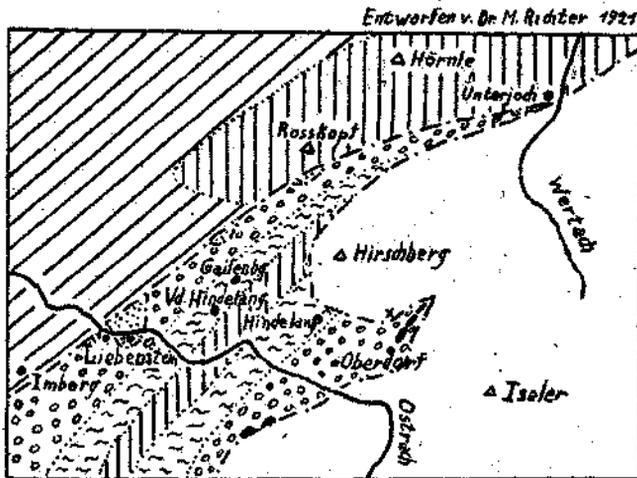
Durch die Ueberschiebung der Bregenzerwalddecke auf die Hüttenbergdecke westlich der Iller wird der sogenannte nördliche Flyschzug in zwei Teile geteilt; der nördliche Teil gehört zur Hüttenbergdecke, der südliche zur Bregenzerwalddecke.

In Fig. 1 gebe ich eine schematische Strukturkarte der Allgäuer Alpen, auf der die einzelnen Decken und ihre Verbreitung eingetragen sind, soweit sich das heute schon aus meinen Beobachtungen ergibt. Im einzelnen wird sich ja im Laufe der weiteren Forschung das Bild wohl noch ändern. Die Karte verfolgt auch nur den Zweck, in großen Zügen eine Synthese der helvetischen Zone im Allgäu zu geben.

Im folgenden will ich nun noch auf die Tektonik des Flysches (beziehungsweise auch der Kreide) in der Umgebung von Oberstdorf und Hindelang näher eingehen, soweit sich das nicht schon aus den beiden beigegebenen Kärtchen unmittelbar ergibt.

Das wichtigste Resultat meiner Beobachtungen war das, daß der südliche Flyschzug zwischen Bregenzer Ach und Hindelang eine nach NW überkippte Mulde ist. Auf diese Mulde ist die Allgäudecke aufgeschoben. Mitunter geht dieser Aufschub bis zum Kern der Flyschmulde. Der südliche Muldenflügel besteht meist aus Wildflysch und

Fig. 2.



Geologische Kartenskizze der Umgebung von Hindelang im Allgäu.

Maßstab 1 : 130.000.

× Neues Cenomanvorkommen.

Zeichenerklärung wie bei der geol. Uebersichtskarte der Umgebung von Oberstdorf. (Fig. 8.)

zum Teil auch aus Leistmergel (auch Seewerkalk). Im Kern der Mulde liegt die Kalk- und die Quarzitzzone, an manchen Stellen auch noch die Sandsteinzone.

Der nördliche Muldenflügel besteht aus der Kalkzone und dann wieder dem Wildflysch.

Der Verlauf der Mulde, beziehungsweise ihrer Flügel geht aus den beiden beigegebenen Karten hervor. Zu erwähnen ist nur, daß der südliche Muldenflügel meist unvollständig ist; nur an den Stellen zeigt sich dessen Wildflysch, wo sich der Erosionsrand der Allgäu- decke in Tälern usw. etwas nach rückwärts einbiegt (zum Beispiel Warmatsgundtobel, Gaisalpe usw.). An solchen Stellen tritt er dann halbfensterartig zutage.

Zwischen Hindelang und Unterjoch an der Wertach verschwindet die ganze Flyschmulde unter dem Cenoman der Allgäu- decke. Damit verschwindet die Bregenzerwalddecke völlig unter dem Oberostalpinen, um weiter im Osten nicht mehr aufzutauchen.

(Das ostalpine Cenoman sieht mitunter recht flyschähnlich aus, besonders dessen graue karbonatische Schiefer. Im Gegensatz zu den exotischen Blöcken und Fragmenten des Wildflysch sind aber die exotischen Komponenten des ostalpinen Cenomans typische „Gerölle“, die alle wohlgerundet sind, eckige habe ich nie beobachtet. Dann bestehen die Cenomangerölle auch aus einem ganz anderen Material als die exotischen Elemente im Wildflysch. Außerdem treten die Cenomangerölle fast immer in richtigen Konglomeratbänken auf.

Ich habe im vergangenen Sommer ein neues Cenomanvorkommen aufgefunden, das auf der schönen Karte von Reiser<sup>6)</sup> nicht verzeichnet ist. Es befindet sich im Wildbachtobel an dem Fußweg, der von „In der Hölle“ zur Straße nach Oberjoch abzweigt (nicht durch den Tobel!), und zwar östlich vom Punkt 961.7. [Genau bei der Zahl 7 auf der Reiserschen Karte.] Genau unter diesem Cenomanvorkommen steht im Bachbett selbst bereits typischer Wildflysch mit Fragmenten von Oelquarzit usw. an.)

Eine wichtige Frage besteht noch hinsichtlich der Vereinigung der beiden Flyschzüge, das heißt der Vereinigung des südlichen Teiles des nördlichen Flyschzuges (dessen nördlicher Teil gehört ja zu einer anderen tektonischen Einheit) mit dem ganzen, südlichen Flyschzug.

Hierfür maßgebend ist allein der Wildflysch des nördlichen Muldenflügels im südlichen Flyschzug. Betrachten wir daher zunächst den Verlauf desselben.

Er streicht von Hirschegg über Riezlern längs der Breitach, dann an der Walserschanz vorbei und über Oberstdorf nach Reichenbach, von da östlich an der Schöllanger Burg vorbei gegen Schöllang.

Hier streicht von Westen her aus dem Bregenzer Wald die Wildflyschzone der Klippen und vereinigt sich bei Schöllang normal mit dem Wildflysch der nördlichen Muldenflügel des südlichen Flyschzuges. Beide vereinigen sich also da, wo die helvetische Kreide von Maiselstein und der Schöllanger Burg infolge ihres östlichen Axialgefälles unter den Flysch untertaucht.

Infolge dieser Vereinigung ist von hier ab eine einheitliche Flyschzone der Bregenzerwalddecke vorhanden, die nichts anderes als die Fortsetzung des südlichen Flyschzuges ist. Es stellt also auch nach der Vereinigung der beiden Flyschzonen (der der Bregenzerwalddecke angehörige Flysch eine nach NW überkippte Mulde dar,

die bis Hindelang, beziehungsweise Unterjoch ungestört weiterstreicht. Dann verschwindet die Bregenzerwalddecke unter der Allgäudecke.

Es bleibt jetzt nur noch übrig, kurz die Tektonik der Kreide in der Umgebung von Oberstdorf zu besprechen, soweit sie mit dem Flysch in Zusammenhang steht. Das meiste hierüber ist ja bekannt. Ich möchte hier gleich vorwegnehmen, daß die Uebersichtskarte 1:75.000 von Mylius ein völlig falsches Bild von der Tektonik und damit der einzelnen Kreidebezirke gibt. Nicht besser ist der Text, den er dazu gibt<sup>7)</sup>.

Nach Mylius wird das östliche Vorarlberger Kreidegebirge durch sechs Ueberschiebungslinien in drei ungleich große Bezirke geteilt, die jedesmal durch eine schmale Flyschzone voneinander getrennt sind. Man kann diese Flyschzonen als Quetschzonen bezeichnen.

Sie durchsetzen aber nicht das ganze östliche Kreidegebirge, wie Mylius meint, sondern nach Osten zu hören sie alle auf, und die ungestörte normale Schichtfolge stellt sich allmählich ein. Am besten ist das zu beobachten im unteren Rohrmooser Tal. Mylius zeichnet hier auf seiner Karte eine Quetschzone von Flysch, die durch das Rohrmooser Tal und weiter in nordöstlicher Richtung durch das Breitachtal in einem fortzieht.

Diese Darstellung ist unzutreffend; die Quetschzone des Rohrmooser Tales hört unterhalb vom letzten Haus „In der Fluche“ auf. Vorher stellen sich auf der südlichen Bachseite bereits die Leistmergel zwischen Gault und Wildflysch normal ein. Letzterer hört dagegen auf. Von der Quetschzone bleibt nur noch eine in den Gault steil eingefaltete Mulde von Leistmergeln übrig. Die Wildflyschquetschzone des Rohrmooser Tales war also in ihrer ersten Anlage eine steil eingefaltete Mulde, die dann von Süden her von Schrattekalk, beziehungsweise Gault überschoben wurde, zugleich damit wurde der Wildflysch nach Norden auf den Gault aufgeschoben.

Weiter westlich hebt eine neue Mulde aus, sie wird von Leistmergeln und Wildflysch aufgebaut. Nur in ihrem ersten Anfang im Rohrmooser Tal steckt der Wildflysch als Quetschmulde im Gault. Letzterer trennt die beiden Mulden voneinander, wie die Aufschlüsse am Bach gut erkennen lassen.

Verfolgen wir die Mulde das Breitachtal abwärts. Eine Unregelmäßigkeit besteht da, wo die Breitach unterhalb Bachtel das erste Gaultgewölbe durchbricht. Hier weisen auf der östlichen Talseite die Leistmergel eine zu geringe Mächtigkeit auf, und Seewenkalk fehlt fast völlig. Wahrscheinlich sind hier lokal die Leistmergel und der Wildflysch ein kurzes Stück auf den Gault aufgeschoben.

Unterhalb Wasach trifft die Breitach da, wo sie plötzlich aus der SW—NO-Richtung mehr nach Osten umschwenkt, auf eine Verwerfung. Längs dieser sind die Leistmergel der Mulde von Tiefenbach—Wasach und der Wildflysch der unteren Breitach an Schrattekalk und Gault abgesunken.

Um eine Ueberschiebung dürfte es sich kaum handeln; dafür ist das Aushalten der Störung im Verhältnis zur Sprunghöhe ein zu

geringes, abgesehen davon, daß sie aus der Richtung und dem Verlauf der sonstigen Ueberschiebungen herausfällt.

Ich bin absichtlich auf die Verhältnisse an der unteren Breitach und im Rohrmooser Tal etwas ausführlicher eingegangen aus dem Grunde, weil erstlich gute Aufschlüsse hier liegen, die von Vielen besucht werden und weil zweitens ein richtiges Bild von der Sachlage der Dinge gerade im unteren Rohrmooser Tal von der Haniel'schen Karte sich nicht gewinnen läßt.

Neben den bisher behandelten Störungen sind nur noch zwei von Bedeutung. Beide sind in der Literatur bereits bekannt.

Die eine ist die Schönebachüberschiebung (= der Längsbruch Langenwang—Dornbirn von Rothpletz). Sie ist noch bedeutender wie die Ueberschiebung im Rohrmooser Tal, längs ihr sind Schrattenkalk und Gault auf den Wildflysch des nördlichen Flyschzuges aufgeschoben. Wenig westlich der Iller stellt sich die normale Schichtfolge ein und die Störung verschwindet.

Die mächtige Anhäufung des Wildflysches in der Allgäuer „Klippenregion“ ist wahrscheinlich durch diese Ueberschiebung bedingt, die den Wildflysch von seiner Unterlage abgeschürft und vor sich angehäuft hat.

Die zweite große Störung (die größte von allen internen Störungen der Bregenzerwalddecke) ist die des südlichen Flyschzuges, der auf weite Strecken hin der Kreide aufgeschoben ist. (Von Riezlern ab nach SW bis über den Hohen Freschen hinaus. Doch sind nicht allein die Schichten des Flysches der älteren Kreide aufgeschoben, sondern auch die Leistmergel überschoben zusammen mit dem Flysch ältere Kreide.)

Bei Mittelberg, Hirshegg und Riezlern im Breitachtal fehlen die Leistmergel zwischen Gault (beziehungsweise Schrattenkalk) und Wildflysch. Von Riezlern an nach NW zu stellen sich diese aber rasch ein und südwestlich von der Walserschanze ist von der großen Störung nichts mehr zu sehen.

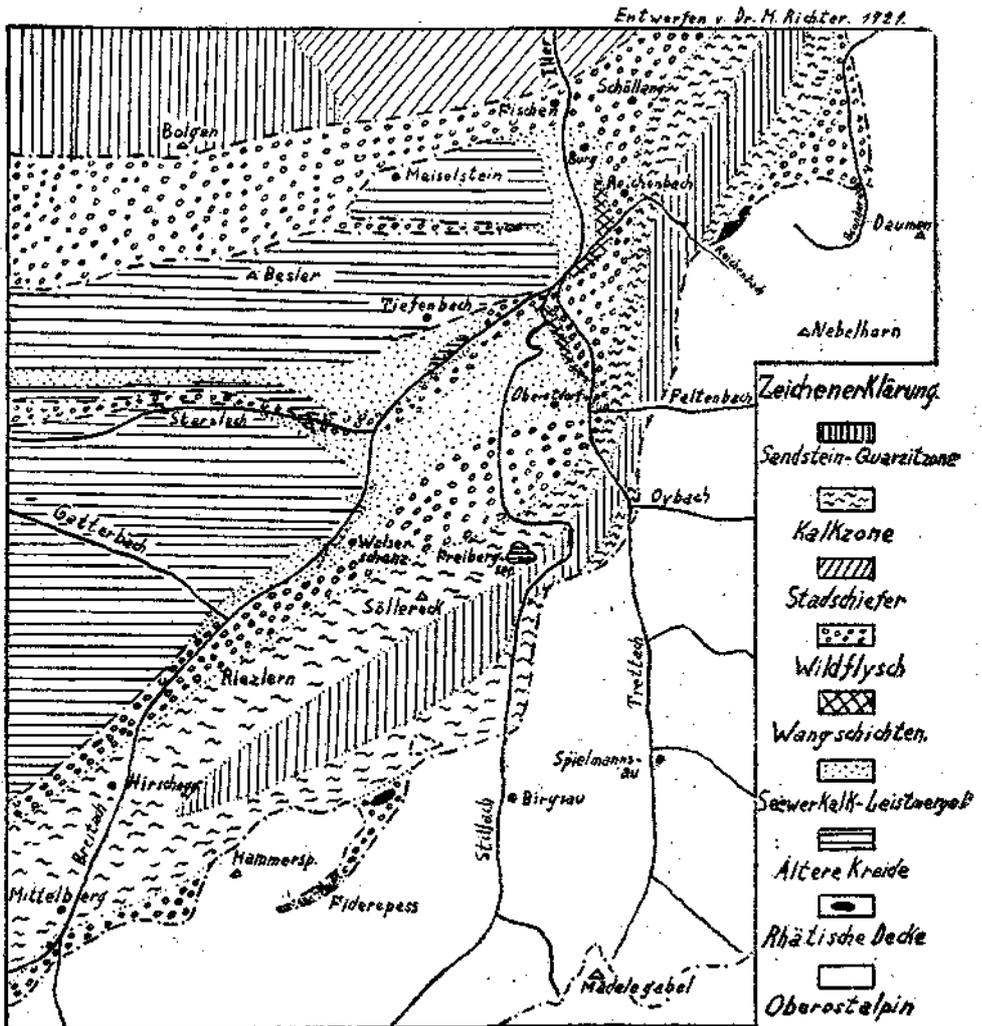
Es zeigt sich so die merkwürdige Erscheinung, daß sämtliche Störungen des östlichen helvetischen Gebietes gegen das Illertal zu aufhören. Mylius hat diese Erscheinung durch einen Ost-Westschub des östlich der Iller gelegenen Flysches zu erklären versucht, durch den diese Störungen abgeschnitten werden sollen. Ein solcher Ost-Westschub ist aber nicht vorhanden; dagegen spricht vor allem das ungestörte Untertauchen der Kreide nach Osten unter den Flysch sowie die einheitliche Tektonik des ganzen Flyschgebietes (der Bregenzerwalddecke). Die Ueberschiebungen erreichen eben als solche nach Osten hin ihr natürliches Ende.

Ich möchte den Abschnitt über die Tektonik nicht abschließen, ohne zuvor noch auf folgende Erscheinung hingewiesen zu haben: Am Rande der Allgäudecke zeigen die Flyschschichten, gleich welcher Stufe, eine Anpassung im Streichen an das Streichen der Ueberschiebungslinie. Streicht diese zum Beispiel Ost—West, dann streichen die Schichten des Flysches in ähnlicher Richtung; streicht jene Nord—Süd, dann streicht der Flysch auch annähernd Nord—Süd.

Diese randliche Anpassung zeigt sich zum Beispiel schon bei den Fallzeichen der alten Karte von Gumbel\*) (wenn auch manche verkehrt sind), dann wieder auf der Karte von Ampferer<sup>2)</sup>.

So streicht da, wo die Allgäudecke zwischen der Gaisalpe und dem Trettach-, beziehungsweise dem Stillachtal in Nord—Südrichtung:

Fig. 3.



Geologische Uebersichtskarte der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu.  
Maßstab 1:105 000.

sich zurückbiegt, der Ueberschiebungsrand also nordstüdllich streicht, der Flysch in annähernd derselben Richtung. Weiter vom Schubrand entfernt verwischt sich allmählich diese enge randliche Anpassung.

Die plötzliche Abbiegung der Allgäudecke nach Norden in der Umgebung von Oberstdorf zeigt sich aber doch deutlich auch in der

\*) Blatt Sonthofen.

ihr unter-, beziehungsweise vorliegenden Mulde des südlichen Flyschzuges, indem diese ebenfalls vom Stillachtal ab zusammen mit der Allgäu-Decke plötzlich in eine mehr nördliche Richtung umschwenkt, wie das aus der Karte (Fig. 3) deutlich hervorgeht. (Die Lechtaldecke beschreibt ja den gleichen Bogen nach Norden. Desgleichen die drei helvetischen Decken zwischen Fischen und Immenstadt.)

Sollte zwischen der Abbiegung der oberostalpinen Decken und derjenigen der südlichen Flyschmulde nach NNO nicht ein innerer Zusammenhang bestehen, vielleicht infolge einer Druckrichtung mehr aus SO oder OSO? Oder sollte kein innerer Zusammenhang bestehen und dieses Abbiegen beider, sonst tektonisch so verschieden gebauter Zonen ein rein zufällig entstandenes Bild sein?

### E. Zeitliche Gliederung der tektonischen Vorgänge.

Tornquist hat seiner Arbeit<sup>15)</sup> ein Schema beigegeben, in dem er die tektonischen Vorgänge, die im Allgäu und Bregenzer Wald stattgefunden haben, zeitlich gliedert. Im folgenden gebe ich dieses Schema wieder:

- Oberes Miocän: Molassefaltung — Ueberschiebung des Flysch auf die Molasse — Quersprünge.
- Aelteres Miocän: Auffaltung der Kreideketten und der Flyschzone — Ueberschiebung der Kreide auf den Flysch.
- Oberes Oligocän: Ende der Deckenschübe — Einschub der Kalkklippe.
- Aelteres Oligocän: Deckenschübe — Ablagerung des jüngeren Flysches außerhalb der Decken.
- Eocän: Ablagerung des Nummulitenkalkes und älteren Flysches außerhalb der Decken und der Flyschkonglomerate auf den späteren Deckenschollen.

In diesem Schema ist verschiedenes nicht ganz richtig. Tornquist verlegt das Ende der (oberostalpinen) Deckenschübe in das obere Oligocän und die Auffaltung der helvetischen Kreide in das ältere Miocän. Es lagen also nach seiner Ansicht die ostalpinen Decken schon über oder besser auf der helvetischen Zone, bevor diese aufgefaltet wurde.

Das ist unrichtig, denn träfe das zu, dann müßte ja die oberostalpine Ueberschiebungsfäche bei der späteren Faltung mitgefaltet sein! Sie liegt aber vollständig flach, wovon man sich bei Oberstdorf leicht überzeugen kann.

Die helvetische Zone war also bereits gefaltet, als die (ober)ostalpinen Decken ankamen. Nun hört die Flyschbildung im Unteroligocän auf, die Faltung der helvetischen Zone kann also frühestens im obersten Unteroligocän erfolgt sein. Daraus wiederum geht eindeutig hervor, daß die oberostalpinen Decken frühestens im Mitteloligocän die helvetische Region überfahren haben können.

Deshalb können die Allgäuer „Klippen“ auch nicht von oberostalpinen Decken abgeleitet werden, denn sie liegen ja noch in den

Flysch (Wildflysch) eingesedimentiert. Nach Tornquist sind sie von der Oberfläche der Allgäudecke durch die Lechtaldecke abgeschürft und so in das Flyschmeer geraten. Das ist aber unmöglich, weil ja die oberostalpinen Decken erst herankamen, als der Flysch längst zu Ende sedimentiert und bereits aufgefaltete war. Außerdem hat die Lechtaldecke auch wohl nie bis zu den Allgäuer „Klippen“ gereicht.

Im folgenden wage ich auf Grund meiner Untersuchungen die verschiedenen tektonischen Vorgänge zeitlich zu gliedern und hoffe, den wirklichen und zu beobachtenden Verhältnissen und Tatsachen dabei einigermaßen gerecht zu werden.

- Pliocän—Obermiocän: Letzte helvetische Deckenbewegungen — Erosion und Durchtalung der Molasse — Molassefaltung.
- Mittel- u. Untermiocän: Ablagerung der Molasse — Ende der oberostalpinen Deckenbewegungen.
- Oberoligocän: Ablagerung der Molasse — Oberostalpinen Deckenbewegungen.
- Mitteloligocän: Faltung und Deckenbildung in der helvetischen Region — Beginn der oberostalpinen Deckenbewegungen.
- Unteroligocän: Jüngste Flyschbildungen (Sandsteinzone) — Gebirgsbewegung im Süden.
- Ober- u. Mitteleocän: Ablagerung von Stadschiefer, Nummulitenkalk im N, Flyschkalkzone im S. — Transgressionen.
- Untereocän: Keine Sedimentation.
- Obersenon: Ablagerung von Hachauer Schichten und ob. Leistmergel im N, Wildflysch im S. — Geantiklinale Bewegungen weiter im S.

Mit der vorliegenden Arbeit hoffe ich einen Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik des Allgäuer Flysches geliefert zu haben, einen Beitrag, der vielleicht deshalb schon vielen erwünscht sein dürfte, weil doch jedes Jahr das obere Allgäu, insbesondere aber Oberstdorf und dessen herrliche Umgebung, von vielen Forschern besucht wird, denen diese Zeilen von einigem Wert sein dürften, zumal in der Literatur bis jetzt keine brauchbaren Angaben über den Flysch in der Umgebung von Oberstdorf enthalten waren.

Bonn a. Rhein, 10. Jänner 1922.

### Zitierte Literatur.

- 1) Ampferer, O. Referat über die Arbeit von E. Wepfer: „Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald.“ Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1909. Nr. 9.
- 2) Ampferer, O. Geolog. Spezialkarte von Oesterreich-Ungarn. Blatt Lechtal. 1914. Zone 16. Kol. III.

- 5) Haniel, C. A. Geolog. Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. München 1914.
- 6) Heim, Arn. Monographie der Churfürsten-Mattstockgruppe. Teil I. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. 50. N. F. 20, 1910.
- 7) Heim, Arn. Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Ecl. geolog. Helvetiae. Vol. IX. Nr. 3. 1907.
- 8) Heim, Arn. Der Grünten im Allgäu. Festschrift Alb. Heim. Zürich 1919.
- 9) Mylius, H. Geolog. Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. Bd. I. München 1912.
- 10) Reiser, K. Ueber die Eruptivgesteine des Allgäu. Tschermak, Mineral- u. Petrogr. Mitteil. Bd. X. 1889.
- 11) Reiser, K. Geolog. Karte der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu. Veröffentlicht von d. geognost. Abt. d. bayr. Oberbergamts. München.
- 12) Richter, M. Die exotischen Blöcke im Flysch bei Oberstdorf. Zentralbl. f. Min. etc. 1921. Nr. 11.
- 13) Rösch, A. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. Diss. München. 1905.
- 14) Rothpletz A. Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. Ein Nachtrag zu Dr. A. Rösch' Arbeit von 1905. Jahresber. u. Mitteil. d. Oberrhein. geol. Ver. Bd. 5. 1915/16.
- 15) v. Seidlitz, W. Schollenfenster im Vorarlberger Rhätikon und im Fürstentum Liechtenstein. Mitt. d. geol. Ges. in Wien. Bd. IV. 1911.
- 16) Steinmann, G. Geolog. Beobachtungen in den Alpen. Teil II. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg. 1905.
- 17) Tornquist, A. Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. N. Jb. f. Min. etc. Bd. I 1908.
- 18) Wepfer, E. Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. N. Jb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 1909.

## Inhaltsverzeichnis.

<b>A. Stratigraphische Verhältnisse</b> . . . . .	49	[1]
I. Der Wildflysch . . . . .	50	[2]
II. Die Kalkzone . . . . .	55	[7]
III. Die Quarzitzzone . . . . .	57	[9]
IV. Die Sandsteinzone . . . . .	58	[10]
<b>B. Altersfolge</b> . . . . .	61	[13]
<b>C. Faziesverhältnisse</b> . . . . .	63	[15]
<b>D. Tektonik</b> . . . . .	68	[20]
<b>E. Zeitliche Gliederung der tektonischen Vorgänge</b> . . . . .	77	[29]
Zitierte Literatur . . . . .	78	[30]

### Nachtrag.

Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien in den Verhandlungen der Geol. Staatsanstalt (1921, Nr. 11, 12) von Herrn Dr. H. P. Cornelius ein „Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippenzone“. Cornelius ist darin zu interessanten und wichtigen Ergebnissen gekommen, die, wenn sie richtig sind, von großer Bedeutung für die helvetische Zone im Allgäu-Vorarlberg sind. Doch vermag ich mich seinen Deutungen nicht anzuschließen. Während meiner Ansicht nach die Klippenzone hauptsächlich aus Wildflysch besteht (in dem auch die Gneise des Bolgen liegen), hält Cornelius diese Gesteine mit den exotischen Blöcken für Unterkreide der Falknisdecke, die hier als Tauchdecke tief in die helvetische Zone eingefaltet sein soll. Er teilt den Wildflysch der Klippenzone in zwei Unterkreideserien: 1. die Junghansenschichten und 2. die Scheienalpmergel. Fossilien, aus denen das Unterkreidealter dieser Schichten hervorgehen könnte, fehlen. Ist die Deutung von Cornelius dieser Schichten richtig, dann gibt es im ganzen Allgäu-Vorarlberg keinen Wildflysch; und da dieser Wildflysch von den anderen Flyschzonen überlagert wird, wie ich in meiner Arbeit geschildert habe, so gibt es im ganzen Allgäu-Vorarlberg auch keinen helvetischen Flysch, die helvetische Schichtfolge würde dann mit den Leistmergeln abschließen.

Dagegen sprechen aber alle Beobachtungen.

Möglicherweise wären die fraglichen Gesteine der Klippenzone vom Wildflysch abzutrennen, doch spricht dagegen wieder, daß typischer Wildflysch bei Fischen und im Rohrmooser Tal direkt in die „Junghansenschichten“, bzw. „Scheienalpmergel“ übergeht. Danach gehört entweder aller Wildflysch zu den Junghansenschichten oder Scheienalpmergeln, oder die beiden letzteren sind nichts anderes wie Wildflysch.

So große exotische Blöcke, wie sie in den Gesteinen der Klippenzone vorkommen, sind mir aus keinem anderen Horizont als dem Wildflysch bekannt, und sind ja gerade für den Wildflysch bezeichnend.

Cornelius nimmt die Gneise vom „Großen Graben“ (nördl. vom Hohen Ifen) aus den „Junghansenschichten“ heraus wegen der Größe; die Bolgengneise aber, die doch auch eine respektable Größe besitzen, verbleiben den „Junghansenschichten“.

Beide Gneisvorkommen rechne ich zum Wildflysch.

Weiter auf diese interessanten Fragen einzugehen, verbietet mir leider der zur Verfügung stehende knappe Raum.