

## Kreide und Flysch im östlichen Allgäu zwischen Wertach und Halblech.

Von **Max Richter** (Bonn).

(Mit 9 Textbildern.)

Ausgeführt mit Unterstützung der Rheinischen Gesellschaft für wissenschaftliche  
Forschung.

Nachdem sich bei den neueren Forschungen in der Flyschzone Südbayerns und des Allgäus allmählich herausgestellt hatte, daß der südbayrische Flysch etwas vom helvetischen Flysch des Allgäus und Vorarlbergs Verschiedenes ist <sup>(5)</sup>, <sup>(9)</sup>, <sup>(10)</sup>, <sup>(16)</sup> \*), schien es dringend geboten, den Grenzbereich der beiden Flysche aufzusuchen und ihre verschiedene Zugehörigkeit auch tektonisch nachzuweisen.

Während F. F. Halin <sup>(10)</sup> den südbayrischen Flysch bis gegen den Lech hin verfolgt hatte, ich aber anderseits echt helvetischen Flysch bis zur Wertach verfolgen konnte <sup>(17)</sup>, blieb als Grenzbereich nur das Gebiet zwischen Wertach und Halblech übrig, wie ich bereits in einer früheren Arbeit, in der die Stellung der südbayrischen Flyschzone zum erstenmal klargelegt wurde, ausführte <sup>(16)</sup>. Es war aber zu befürchten, daß die Grenzzone unter dem Lechdiluvium westlich des Lech lag in dem Gebiet zwischen Pfronten und Füssen, wo das Flyschgebirge durch die weite Füssener Bucht unterbrochen ist. Hier ragen nur wenige Flyschhügel aus den mächtigen Ablagerungen des Lechgletschers heraus, und in diesem Falle wäre eine Abtrennung der beiden Flysche voneinander — obwohl zweifellos vorhanden — problematisch geblieben.

Meine Aufnahmen in der Umgebung von Pfronten haben aber gezeigt, daß diese Befürchtung glücklicherweise nicht zutraf, daß die Grenzzone beider Flyschbereiche nicht am Lech liegt, sondern weiter westlich im ausgedehnten Gebirgsstock des Edelsberges, 1625 m, wo an einer Reihe von guten Aufschlüssen sich die Abtrennung der beiden Flyschzonen recht gut durchführen läßt.

Es hat sich herausgestellt, daß der helvetische Flysch, von der Iller herüberstreichend und die normale Auflagerung des Eozäns auf die Kreide des Grüntens darstellend, gegen Osten untersinkt unter eine tektonisch höhere Flyschmasse von höherem Alter, die sich auf Grund einiger Erscheinungen weiter östlich in Südbayern als ostalpin erwiesen hat. So ist der Nachweis geliefert, daß die südbayrische Flyschzone und ihre östliche Fortsetzung in Österreich keine Fortsetzung helvetischer Flyschzonen ist; die schematische Auffassung einer einheitlich am Nordrand der Alpen und Karpathen entlang ziehenden Flyschzone ist unhaltbar geworden.

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

In der jüngst erschienenen prächtigen Monographie über die Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge <sup>(15)</sup> hat der leider verstorbene Prof. Dr. K. A. Reiser auch die Flyschzone, allerdings ungegliedert, aufgenommen. Diese Aufnahme konnte natürlich infolge der rein lokalen Aufnahme zu keinem Ergebnis führen, zumal Reiser die neuen Ergebnisse der Flyschforschung nicht mehr benutzen konnte. So fiel ihm die tektonische Zweiteilung der Flyschzone bei der Gleichheit aller Flyschsedimente nicht weiter auf und er hat die Zone als einheitlich betrachtet und beschrieben. Seine Arbeit enthält aber eine Menge von Einzelangaben, die sich nutzbringend verwerten lassen. Die Arbeit (bezw. deren 2. Teil, in dem der Flysch behandelt wird) war bei meinen Aufnahmen noch nicht erschienen, doch verdanke ich der großen Liebenswürdigkeit von Frau Prof. Reiser die Überlassung der betreffenden Korrekturbogen, die mir wertvolle Dienste leisteten. Auch an dieser Stelle sei deshalb Frau Prof. Reiser herzlicher Dank ausgesprochen.

Ebenso danke ich der Rheinischen Gesellschaft für wissenschaftliche Forschung für die mir im Sommer 1922 gewährte Unterstützung, die es mir ermöglichte, diesen interessanten Fragen nachzugehen.

Zuerst seien nun die Sedimente der beiden Flysche besprochen. Da der Begriff „Flysch“ ja ein Faziesbegriff ist, so ist klar, daß sowohl der helvetische wie der ostalpine Flysch dieselben Sedimente aufweisen; ein gewisser Unterschied ist aber doch immerhin vorhanden. Außerdem kommt hinzu, was sehr wesentlich ist, das verschiedene Alter der die beiden Flysche zusammensetzenden Sedimente und die verschiedene stratigraphische Reihenfolge, in der diese in den beiden Flyschgebieten angeordnet sind.

Ältere Angaben über das von mir aufgenommene Gebiet finden sich außer in der Arbeit von Reiser noch bei Ampferer <sup>(1)</sup> und bei Gumbel <sup>(7)</sup>.

### A. Die helvetische Kreide- und Flyschzone.

Bevor ich hier auf die nähere Beschreibung der Sedimente eingehe, muß ich kurz die Stellung der helvetischen Zone, die unter den ostalpinen Flysch hinuntertaucht, behandeln. Wie ich in meinen früheren Arbeiten dargelegt habe <sup>(17)</sup>, <sup>(18)</sup>, wird das gesamte helvetische Gebiet im Allgäu und Vorarlberg von drei Decken aufgebaut, die von Nord nach Süd übereinanderliegen: die Hüttenbergdecke, die Grüntendecke und die Bregenzerwalddecke. Die erste hat nur eine geringe Verbreitung beiderseits der Iller bei Sonthofen und scheint nur aus Schubschollen verschiedener Art zwischen der Molasse und dem aufgeschobenen Helvetikum zu bestehen.

Die Grüntendecke beteiligt sich intensiv am Aufbau der nördlichen Vorarlberger Flyschzone und baut weiterhin das Gebiet des Grüntens und die helvetische Zone in dessen Fortsetzung weiter östlich auf.

Die Bregenzerwalddecke, die oberste und größte Decke östlich des Rheins, baut einen Teil der nördlichen Flyschzone des Bregenzerwaldes, das gesamte Kreidegebiet und den ganzen südlichen Vorarlberger Flyschzug auf. Grüntendecke und Bregenzerwalddecke sind Teildecken

der Sântisdecke östlich des Rheins. Beide sind durch einige Faziesverschiedenheiten voneinander verschieden, die ich bereits früher dargestellt habe, weshalb hier eine nochmalige Erörterung unterbleiben kann.

Die Bregenzerwalddecke verschwindet zwischen Hindelang und Unterjoch an der Wertach unter dem Cenoman der oberostalpinen Allgäu-  
decke. So streicht allein die Grüntendecke weiter nach Osten fort, und deren Kreide und Flysch ist es, die unter den ostalpinen südbayrischen Flysch untertauchen.

Die Tektonik der Grüntendecke kann kurz dadurch charakterisiert werden, daß sich an einen langen und schmalen Kreidekern, der der Molasse aufgeschoben ist, mit normaler Schichtverknüpfung die jüngeren Sedimente des Flysches anschließen.

Wir haben es im folgenden also nur mit Sedimenten der Grüntendecke zu tun; nur an zwei Stellen treten am Nordrand des ostalpinen Flysches von diesem als Schubfetzen ans Tageslicht gezerrte Fetzen der Bregenzerwalddecke auf.

#### a) Die Kreide der Grüntendecke östlich der Wertach.

Die Kreide ist in der schönen Arbeit von Reiser so ausgezeichnet dargestellt, daß ich dem dort Gesagten nur wenig hinzuzufügen habe.

Der Schichtbestand der Kreide reicht vom Barrême an bis zur obersten Kreide. Ich möchte im folgenden zu jeder der Kreidestufen einige Bemerkungen machen, die sich auf meine eigenen Beobachtungen stützen.

#### 1. Barrême und unteres Apt.

Diese werden in den oberen helvetischen Decken der Schweiz, dann im Vorarlberg und Allgäu von den Drusbergschichten und dem Schrattenskalk gebildet. Dabei vermergelt der Schrattenskalk in der N—S-Richtung und geht in die ihn sonst weiter im N unterlagernden Drusbergschichten über. Es ist dann meist nur noch wenig mächtiger oberer Schrattenskalk vorhanden.

Diese Verhältnisse bestehen im ganzen Bregenzerwald bis zur Iller, dann im Grüntengebiet bis zur Wertach. Vom Grünten ab vermergelt aber der Schrattenskalk mehr und mehr, wenig östlich der Wertach ist auch der obere Schrattenskalk völlig vermergelt. Dieser ist die von Reiser als Apt-Mischfazies bezeichnete Stufe.

Nach einer Strecke von zirka 10 km erscheint der obere Schrattenskalk wieder jenseits des Pfrontener Quertales in ziemlich normaler Fazies. Die Fazies des oberen Schrattenskalkes pendelt also vom Grünten an nach Osten: zuerst allmähliches Verschwinden bis zur Wertach, dann völliges Fehlen bzw. Apt-Mischfazies, dann vom Pfrontener Tal an ziemlich plötzliches Wiederauftreten.

Auf tektonische Einflüsse dürfte dieses Pendeln der Fazies nicht zurückzuführen sein, östlich der Wertach läßt sich der ziemlich rasche Übergang des nur noch wenig mächtigen Schrattenskalkes in die Drusbergschichten bzw. die Apt-Mischfazies deutlich beobachten.

Die Apt-Mischfazies selbst ist dabei nur als eine mehr differenzierte, kalkigere Bildung der normalen Drusbergschichten zu betrachten.

## 2. Oberes Apt und Albien.

Oberes Apt (Gargasien) und Albien bilden zusammen den „Gault“ s. l. Wie Arn. Heim in seiner schönen Grüntearbeit schreibt <sup>(11)</sup>, werden vielfach alle Grünsandbildungen der mittleren Kreide in der helvetischen Zone rechts des Rheins als „Gault“ bezeichnet. Auch Reiser faßt die Bildungen zusammen und stellt sie sogar zusammen in das Albien, was aber zweifellos nicht zutrifft, denn Albien ist zwischen Wertach und Pfronten gar nicht vorhanden, die Grünsandbildungen gehören alle dem oberen Apt, also dem Gargasien an.

Ich benutze im folgenden die schweizerischen Schichtnamen, die auch von Arn. Heim auf das Grüntengebiet übertragen wurden.

Das Gargasien ist östlich der Wertach hauptsächlich durch zwei Horizonte vertreten: die Gamserschichten unten und den Brisandstein oben. Unter den Gamserschichten liegen stellenweise (Steinebachtobel) noch einige Meter grünsandige, mitunter narbige Mergel und eine Glaukonitsandsteinbank, beide von noch unsicherer Stellung, wahrscheinlich dem Luiteremergeln entsprechend.

Während sonst im ganzen übrigen Allgäu und Vorarlberg der „Gault“ fast immer mit dem Brisandstein beginnt (mit Ausnahme der nördlichsten helvetischen Zone im Bregenzerachtal und im Rheintal), was der Transgression des obersten Gargasien über den Schrattenkalk des unteren Apt entspricht wie im mittleren helvetischen Faziesgebiet der Schweiz, finden sich stellenweise die Gamserschichten, so bei Feldkirch, am Grünten und östlich der Wertach.

Bei Pfronten bestehen dieselben aus grauen, sehr harten kalkigen Mergeln unten von 20—25 m Mächtigkeit und feinkörnigen graugrünlischen harten Sandsteinen von 12—14 m Mächtigkeit oben. (Vgl. auch Kockel) <sup>(12)</sup>. Diese gleichen genau den Sandsteinen der Gamserschichten in der südlichen Illschlucht bei Feldkirch.

Über den Gamserschichten folgt der Brisandstein, wie immer ein mittel- bis grobkörniger Glaukonitquarzsandstein, der beim Verwittern infolge Ausbleichens der Glaukonitkörner hellweiß wird, wie sich nördlich vom Wertachdurchbruch gut beobachten läßt.

Das Albien ist entgegen der Angabe von Arn. Heim <sup>(11)</sup> (von der Wertachenge) nicht vorhanden. Reiser <sup>(15)</sup> hat die gesamten, eben geschilderten Grünsandbildungen als „Gault“ in das Albien gestellt, was nicht zutrifft.

## Cenoman.

Über dem Brisandstein folgt unmittelbar die Kletzenschicht von Reiser. Brisibrekzie ist nicht vorhanden. Reiser war allerdings der Meinung, daß die oberste Schicht der Apt-Mischfazies, die vorwiegend aus Echinodermengrus besteht, der Echinodermenbrekzie (= Brisibrekzie) der Ostschweiz entsprechen würde.

Diese Parallelisierung ist jedoch unrichtig, da die Brisibrekzie über dem Brisandstein liegt, während die von Reiser damit verglichene

Brekzie weit darunter noch unter den Gamserschichten liegt. Es handelt sich nur um die oberste Lage des Schrättkalkes bzw. der Apt-Mischfazies, die fast überall als Echinodermenkalk ausgebildet ist.

Die Kletzenschicht liegt zwischen Brisisandstein und Seewerkalk und wird bis gegen einen Meter mächtig. Die Grundmasse des Gesteins ist Seewerkalk, in der Glaukonit- und Quarzkörner, dann Phosphoritknollen und Reste und Trümmer von Fossilien liegen.

Die Fossilien sind meist solche des Albien (vgl. Reiser), darunter befindet sich aber auch *Turrilites Puzosianus* d'Orb., der das cenomane Alter beweist. (Ferner *Hamites virgulatus* d'Orb.)

Auftreten der Turriliten und Gesteinscharakter sprechen dafür, daß das Gestein der Ostschweizer Turrilitenschicht entspricht und an die Basis des Cenomans gehört. Daraus ergibt sich aber die interessante Tatsache, daß zwischen Gargasien (Brisisandstein) und Cenoman (Kletzenschicht) das Albien völlig fehlt und die Ammoniten desselben, die in der Kletzenschicht stecken, als eingeschwenmt zu betrachten sind.

Arn. Heim hat an der Wertachenge die Kletzenschicht für die Durchschlägischicht, also unteres Albien, gehalten. Er stützt sich dabei auf den Fund von *Hoplites tardefurcatus* Leym. und *Hoplites regularis* Brug., die auf unteres Albien hinweisen würden.

Widerlegt wird aber diese Annahme dadurch, daß Reiser in eben derselben Schicht zusammen mit diesen beiden Ammoniten die Turriliten gefunden hat, ein Beweis, daß die Fossilien des Albien als eingeschwenmt zu betrachten sind.

Man darf vielleicht annehmen, daß das Albien vorhanden war, bei der Transgression des Cenomans, die hier das erstmal im helvetischen Gebiet sichtbar wäre, aber aufgearbeitet wurde. Diese Annahme wird insofern noch plausibler, als das Albien im Grüntengebiet ohnehin nur noch wenige Meter mächtig ist.

Die helvetische Mittelkreide ist also östlich der Iller durch eine Anzahl von Unregelmäßigkeiten ausgezeichnet, die ihr weiter westlich fehlen.

### Obere Kreide.

Diese besteht über der Turrilitenschicht aus Seewerkalk und Leistmergeln.

Der Seewerkalk ist genau so ausgebildet wie überall in der Schweiz, dem Vorarlberg und Allgäu. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 40 m. Häufig sind rote Lagen, besonders im oberen Teil, so finden sich südlich von Kappel fünf je zwei bis drei Meter mächtige Rotlagen. Ich möchte hier hinzufügen, daß diese sich im Allgäu beiderseits der Iller nur in der Grüntendecke finden, der Bregenzerwalddecke aber ganz fehlen.

Über dem Seewerkalk folgen die Leistmergel, die aber bei weitem nicht so mächtig sind wie weiter westlich am Grünten. Wie immer sind es graugrüne oder graue, teilweise ziemlich sandige Mergel. Die grünlichen, reineren Varietäten, die im Bregenzerwald ziemliche Verbreitung besitzen (Typ vom Elektrizitätswerk Oberstdorf), fand ich nicht, die Mergel sind sandiger und unreiner.

Reiser hat die Leistmergel als „Seewermergel“ bezeichnet, wie dieser Ausdruck auch von andern bayrischen Geologen fälschlicherweise noch benutzt wird; mit „Seewermergel“ wird aber in der Schweiz etwas anderes bezeichnet, Seewermergel gibt es in Bayern nicht.

Als oberste Kreide hat Reiser die Pröbstener Schichten ausgeschieden, die sich nur lokal in der Umgebung von Pröbsten (nordöstlich von Pfronten) finden. Es handelt sich um weiche grünlichgraue Mergel. Reiser schreibt, daß diese Mergel eine ausgesprochene Diskordanz zu dem unterliegenden Seewerkalk zeigen. Davon kann aber keine Rede sein. In dem Tobel unmittelbar westlich von Pröbsten ist die Grenze Seewerkalk—Pröbstener Schichten gut aufgeschlossen, was Reiser anscheinend entgangen ist. Zuunterst stehen Pröbstener Schichten an, im Tobel gut aufgeschlossen. Zirka 150 m weiter oben nimmt der Kalkgehalt der Mergel allmählich zu, bis sie zuletzt in schiefrige reine Kalke übergehen, die nichts anderes wie Seewerkalk sind, der voll von Inoceramen steckt. Streichen und Fallen ist im Seewerkalk dasselbe wie in den Pröbstener Schichten. Beide gehen also ganz unmerklich ineinander über. Aus diesem Grunde glaube ich auch, daß den Pröbstener Schichten nicht der Charakter einer eigenen Stufe zukommt, sondern daß es sich um Leistmergel handelt. Auch lithologisch besteht kein Grund zur Aufstellung einer neuen Schichtstufe.

Die große Mächtigkeit des Seewerkalkes nordwestlich von Pröbsten im Liegenden der Pröbstener Schichten dürfte kaum stratigraphisch zu deuten sein, sondern muß wohl auf eine Zusammenstauchung vor dem ostalpinen Flyschrand zurückgeführt werden. Dafür spricht auch das meist sehr steile Südfallen des Seewerkalkes, Nordfallen fehlt fast völlig.

#### b) Der Flysch der Grüntendecke östlich der Wertach.

Den Flyschschichtbestand der Grüntendecke habe ich bereits in früheren Arbeiten erwähnt (<sup>17</sup>), (<sup>18</sup>). Im Grüntengebiet und in Vorarlberg gilt folgende Schichfolge:

Nummulitenkalke, mehr oder weniger grünsandig, meist an der Basis der ganzen Serie, in einzelnen Partien in rotes Eisenerz vererzt und so als Leitgestein für die Grüntendecke brauchbar (hierher gehören auch die Kressenberger Erze).

Darüber folgen Stadschiefer (Stockletten der bayrischen Geologen), mächtige grünliche, graue oder schwärzliche Mergel. Gegen S gehen sie westlich der Iller in die Ofterschwanger Mergel über (<sup>18</sup>).

Zuoberst liegen die Oberzollbrücker Sandsteine, mit denen die Schichtserie abschließt, die Mächtigkeit ist daher nicht fixierbar.

Dieser Schichtbestand der Grüntendecke gilt auch für das Gebiet zwischen Wertach und Pfronten. Faziell zeigt sich so dieses Gebiet als der Grüntendecke zugehörig und tektonisch zeigt sich dasselbe, da ja die Bregenzerwalddecke zwischen Hindelang und Unterjoch verschwindet und allein die Grüntendecke nach O weiter fortsetzt.

Eine Ausnahme gegenüber dem Grüntengebiet fällt nun sofort auf: Nummulitengesteine habe ich zwischen Wertach und Pfronten nirgends beobachtet. Das ist aber weiter nicht verwunderlich, da ja auch im Grüntengebiet und in Vorarlberg die Mächtigkeit der Nummulitengesteine — nicht aus tektonischen Ursachen — andauernd zwischen 0 und 40 m schwankt.

So bleiben zur Besprechung nur die Stadschiefer und die Oberzollbrücker Sandsteine übrig.

### 1. Die Stadschiefer.

Diese sind ein mächtiger Komplex von meist grauen oder schwärzlichen Mergeln, die, meist schmierig und rutschig, am besten den Namen „Flysch“ rechtfertigen. Sie unterscheiden sich in keiner Weise von den Stadschiefern der Schweiz, wie ich mich überzeugen konnte. Daneben treten, wenn auch mehr untergeordnet, noch andere Gesteinstypen auf; so finden sich graue glatte Schiefer, die sehr an die Ofterschwanger Mergel des Gebietes westlich der Iller erinnern (<sup>18</sup>), dann Einlagerungen von dünnen grauen Sandkalkbänken.

Sehr charakteristisch sind mächtige Packen von grünlichen Fleckenmergeln, wie solche auch südlich vom Grünten weit verbreitet sind; so besitzen diese im unteren Scheidbachtobel große Ausdehnung, auch an andern Stellen sind sie da und dort aufgeschlossen. Nicht selten enthalten sie Einschaltungen von dünnen, ebenfalls grünlichen Kalkbänken, die reich an *Phycopsis Targioni* Brgt. sind. Der untere Scheidbachtobel zeigt die besten Aufschlüsse in diesen Schichten.

Die Mächtigkeit der Stadschiefer läßt sich infolge der heftigen Zusammenstauchung, die sie überall erlitten haben, nicht genau feststellen, soviel dürfte aber doch sicher sein, daß sie 300 m vielleicht noch übersteigt.

Die Fazies der Stadschiefer ist dieselbe wie die der Leistmergel und so wiederholt sich im Mittel- und Obereozän die Fazies der oberen Kreide noch einmal in den Stadschiefern. Auch die Stadschiefer sind erfüllt von Foraminiferen, petrographisch müßte man sie als Globigerinenmergel bezeichnen.

In den Stadschiefern östlich der Wertach macht sich gegen S ein gewisser Fazieswechsel bemerkbar, indem die gewöhnlichen Mergel allmählich immer mehr dichte hellgraue Kalkbänke aufnehmen, die denen der Flyschkalkzone der Bregenzerwaldecke völlig gleichen. So in der Senke von Langenschwand — Jungholz (hier allerdings wenig Aufschlüsse) und im Vilstal südlich der Scheidbachalpe. Es scheint hiemit ein Übergang der Stadschiefer in die Flyschkalkzone angedeutet zu sein, eine Zwischenschaltung zwischen beiden von Ofterschwanger Mergeln wie westlich der Iller (<sup>18</sup>) konnte ich hier nicht beobachten, nur an einzelnen Stellen im Fenster von Jungholz sind solche zu sehen.

Die Stadschiefer sind immer außerordentlich gestaucht und gefaltet; gute Beispiele sind hiefür besonders der Reichenbachtobel südlich Nesselwang, dann der Scheidbachtobel und der Steinebachtobel westlich Kappel. Diese gewähren auch den besten Einblick in die Schichtfolge.

Fossilien fand ich, abgesehen von den Foraminiferen, nirgends. Sonst vorkommende Einschaltungen von Bänken mit Nummuliten scheinen ebenfalls östlich der Wertach zu fehlen, nicht einmal an der Grenze Leistmergel—Stadschiefer konnte ich solche beobachten. Die Kreide—Tertiärgrenze ist deshalb auch hier nicht so scharf wie sonst im Grüntengebiet, da die unteren Stadschiefer wohl nichts anderes wie bei der mitteleozänen Transgression aufgeschwemmte Leistmergel sind. Eine Grenzziehung ist daher bei der gleichen Fazies beider immer mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Doch unterscheiden sich die Stadschiefer von den Leistmergeln durch die große Zahl von hellen Glimmerblättchen, die den Leistmergeln meist fast ganz fehlen.

Die Stadschiefer beginnen im Mitteleozän und reichen bis in das Obereozän hinauf, wie sich an anderen Stellen ergeben hat, wie hoch, ist unbekannt, ich glaube, daß sie im Allgäu das ganze Obereozän mit umfassen und die Oberzollbrücker Sandsteine dem Unteroligozän angehören.

Im folgenden gebe ich einige Dünnschliffbeschreibungen aus dem Komplex der Stadschiefer:

1. Stadschiefer aus dem Wertachtal östlich Punkt 936·5.

Graue, feinsandige glimmerige Mergel.

Unter dem Mikroskop bräunliche Kalkgrundmasse mit zahlreichen kleinen Quarz- und Glaukonitkörnern, erstere 0·05 mm bis 0·1 mm, letztere bis 0·7 mm groß. Ferner finden sich kleine Schüppchen von Muskovit, dann Putzen von Pyrit, der aber meist bereits in Brauneisen übergegangen ist und der Grundmasse die bräunliche Farbe verleiht.

Nicht selten Foraminiferen, davon überwiegend Textularien, seltener schlecht erhaltene Globigerinen.

2. Stadschiefer vom Sattel zwischen Edelsberg und Alpspitze.

Graue, flasrige glimmerreiche Mergel.

Unter dem Mikroskop graue kristalline Kalkgrundmasse, die durch Brauneisen fleckig gefärbt ist. Darin liegen zahlreiche Quarzkörner, bis 0·15 mm groß, ebensohäufige Glaukonitkörner bis 0·1 mm. Ferner finden sich Fetzen von Muskovit, dann Pyrit und sehr selten kleine Säulchen von Zirkon. In der Grundmasse liegen zahlreiche Foraminiferen: *Textularia* sp., *Globigerina* sp., *Cristellaria* sp., *Nodosaria* sp.

3. Stadschiefer aus dem oberen Steinebachtobel.

Dunkelgraue, etwas sandige glimmerige Mergelkalke.

Unter dem Mikroskop hellbräunliche Kalkgrundmasse mit zahlreichen kleinen eckigen Quarzkörnern, bis 0·1 mm groß; dann Glaukonitkörner bis 0·2 mm und kleine Fetzen von Muskovit. Außerdem liegen in der Grundmasse schlecht erhaltene Globigerinen, Textularien und Cristellarien.

4. Kalk aus den Stadschiefern des Buchwaldtobels.

Grauer dichter Kalk, der genau mit den Kalken der Flyschkalkzone übereinstimmt, wie auch der mikroskopische Befund zeigt.

Unter dem Mikroskop graue dichte Kalkgrundmasse, in der selten winzige eckige Fragmente von Quarz liegen, bis 0·83 mm. Außerdem zahlreiche Schwammnadeln und die auch in den Kalken der Flyschkalkzone überall verbreitete kleine *Pithonella* sp.

5. Kalk aus den Stadschiefern vom Reichenbachtobel bei Nesselwang.

Grauer Sandkalk mit scharfkantigem Bruch.

Unter dem Mikroskop graue feinkristalline Kalksubstanz, in der zahlreiche eckige Quarzkörner liegen, die durchschnittlich 0·05 mm Größe erreichen, da und dort aber auch bis 0·1 mm groß werden. Außerdem häufige Glaukonitkörner und -fetzen, bis 0·1 mm groß und Putzen von Brauneisen.

## 2. Die Oberzollbrücker Sandsteine.

Diese sind ein mächtiger Komplex von mittel- bis grobkörnigen stark karbonatischen Sandsteinen, die im frischen Zustande blaugrau, verwittert aber gelb oder graubraun sind. In meiner Oberstdorfer Flysch-

arbeit habe ich die Zusammensetzung dieser Sandsteine bereits mitgeteilt, deren Aussehen sich im ganzen Vorarlberg und Allgäu vom Rhein bis zur Wertach nicht ändert. Immer führen sie kleine eckige Quarzkomponenten, seltener kleine Brocken von abgerolltem Kalk. Häufig enthalten sie kohlige Pflanzenreste.

Die Oberzollbrücker Sandsteine sind das einzige Flyschschichtglied, das sich in gleicher Fazies im ganzen helvetischen Gebiet östlich des Rheins vorfindet.

Der ganze Komplex wird fast völlig von Sandsteinen eingenommen, lediglich zwischen den einzelnen Sandsteinbänken sind dünne Schieferlagen eingeschaltet.

Die größte Verbreitung erlangen die Oberzollbrücker Sandsteine unmittelbar westlich der Wertach, wo sie, eine große Mulde bildend, die ganzen Höhen aufbauen, so Wertacher Hörnle, Roßkopf, Tiefenbacher Eck usw., hier immer der Grüntendecke angehörend.

Weiter südlich finden sich zwischen Hindelang und Vorder-Hindelang wieder Oberzollbrücker Sandsteine, die im Muldenkern der Flyschmulde der Bregenzerwalddecke liegen und unter die oberostalpine Allgäudecke am Hirschberg bei Hindelang untertauchen.

Die ganze Mächtigkeit der Oberzollbrücker Sandsteine in der „Wertachmulde“ kann nur durch intensiven Zusammenschub erklärt werden; vor der Bregenzerwalddecke, bezw. vor dem Stirnrand der Allgäudecke sind sie zusammengehäuft, abgeschoben von ihrer weichen Unterlage, den Stadschiefern.

Östlich der Wertach tauchen sie, wie auch die übrigen helvetischen Gesteine, ziemlich rasch unter ostalpinen Cenoman und unter ostalpinen Flysch unter.

### c) Der Flysch der Bregenzerwalddecke.

Wie ich bereits früher gezeigt habe, taucht die ganze Bregenzerwalddecke infolge ihres Axialgefälles nach O unter die Allgäudecke unter. Zwischen der Iller und Hindelang ist von ihr nur noch eine Flyschmulde — die Fortsetzung des südlichen Flyschzuges — vorhanden. Auch diese Flyschmulde verschwindet mit ihrem Schichtbestand (Wildflysch—Flyschkalkzone—Quarzitzone—Oberzollbrücker Sandsteine) zwischen dem Ostrach- und dem Wertachtale unter der Allgäudecke.

Von da an bleibt die Bregenzerwalddecke verschwunden, nur die Grüntendecke allein setzt gegen O weiter fort.

Dagegen treten weiter östlich nochmals zwei Schubfetzen der Bregenzerwalddecke auf, die an ihrem charakteristischen Schichtbestand leicht kenntlich sind. Bei den beiden Schubfetzen glaubt man sich in die Gegend von Oberstdorf versetzt, so erinnern die Gesteine an jene des Flysches von Oberstdorf.

Die beiden Schubfetzen finden sich im Reichenbachtobel südlich von Nesselwang und im Sattel nördlich vom Edelsberg (Edelsbergquetschzone). Im folgenden gebe ich eine Beschreibung der beiden Punkte.

#### Reichenbachtobel.

Es wird wohl am besten sein, die ganzen vorhandenen Aufschlüsse, also auch den Schichtbestand der Grüntendecke, hier zusammenzufassen.

Die Aufschlüsse gehören zu den besten, die im ganzen Gebiet vorhanden sind und bei der Begehung des auf der Südseite des Edelsbergstockes sich anschließenden Scheidbachprofils erhält man einen genauen Querschnitt durch die helvetische und ostalpine Flyschzone bis in die ostalpine Kalkzone im Vilstal hinein.

Nach Durchquerung der Molasse, die ebenfalls in guten Aufschlüssen sichtbar ist, erreicht man zirka 500 *m* südlich von Punkt 1023 den Anschluß an die Grüntendecke, der Kontakt zwischen dieser und der Molasse ist leider nicht aufgeschlossen.

Zunächst führt der Weg durch die Kreide: Apt-Mischfazies—Brisandsandstein(?)—Apt-Mischfazies, die auf der Karte von Reiser nicht verzeichnet ist (graublau schiefrige Kalke mit Zweischalern und Brachiopoden).

Darauf folgen Stadschiefer, die nach zirka 30 *m* von einem Sattel typischer hellgrauer Leistmergel abgelöst werden, die auf der Karte von Reiser ebenfalls nicht verzeichnet sind. Die Grenze gegen die Stadschiefer ist scharf.

Danach folgen wieder Stadschiefer, stark gequetscht und gefaltet, die Falten lassen sich an den eingeschalteten dünnen Kalkbänken gut verfolgen, ebenso sind auch einige kleine Sprünge daran gut zu sehen. Teilweise sind die Stadschiefer grünlich, also ähnlich wie im Grüntengebiet entwickelt.

Allmählich nimmt die Stauchung der Stadschiefer immer mehr zu, der ganze Komplex besteht nur noch aus zusammengeklappten Spezialfalten.

Nach dem von W mündenden größeren Seitenbach (der im Sattel zwischen Reuterwanne und Reuterberg entspringt) folgen auf diese Stadschiefer graue ebenspaltende Schiefer mit dicken grauen, organogenen Kalken, die vermutlich der Flyschkalkzone angehören. Damit ist die Bregenzerwalddecke erreicht. Leider ist die Grenze zwischen dieser und den Stadschiefern der Grüntendecke nicht aufgeschlossen.

Auf die Kalke folgt eine schmale Zone roter und grüner Schiefer, die dem Wildflysch zuzurechnen sind. Nun treten nochmals Kalke der Flyschkalkzone auf, die hier ganz typisch und genau wie in den Trettachanlagen bei Oberstdorf entwickelt ist. Die Schichten des ganzen Profils fallen meist steil gegen N ein, von der Molasse bis zum ostalpinen Flysch (vgl. den Abschnitt über die Tektonik).

Nach zirka 20 *m* Flyschkalkzone folgen wieder rote und grüne zirka 4 *m* mächtige Schiefer, dann 10 *m* graue schiefrige Sandkalke mit kleinen exotischen Fragmenten, unter denen besonders die Ölquarzite auffallen, daran schließen sich nochmals rote und grüne Schiefer, zirka 6 *m* aufgeschlossen. Nach etwa 15 *m* Schuttunterbruch treten nochmals cirka 12 *m* bunte Schiefer auf, die kleine exotische Brocken enthalten, unter denen besonders wieder Ölquarzite vertreten sind neben Breccien und Sandkalken.

Die Brocken erreichen meist Nuß- bis Faustgröße, ein Ölquarzitbrocken fiel mir auf, der Kindskopfgröße erreichte.

Wie aus meinen Beobachtungen bei Oberstdorf und im Bregenzerwald hervorgeht, handelt es sich bei diesen roten und grünen Schiefnern immer um die obersten Lagen des Wildflysch, die diesen gegen oben

abschließen. Dies wird nun auch durch die Aufschlüsse hier im Reichenbachtobel insofern bestätigt, als die roten und grünen Schiefer immer nur an der Grenze gegen die Flyschkalkzone auftreten.

Auf diese zuletzt erwähnten bunten Schiefer folgen dickbankige graue Kalke und Mergel der Flyschkalkzone, die mit den Schiefen des Wildflysch fürchtbar verknetet sind. Die Schichten sind vollkommen verwurstelt und verruschelt. Noch nach 10 m steckt mitten in der Flyschkalkzone ein zirka 2 m<sup>3</sup> großer Ölquarzitblock, der zweifellos tektonisch in diese Stellung geraten ist. Die Schichten der Flyschkalkzone fallen bald steil nach N, bald steil nach S.

Nach weiteren 10 m treten grüne und schwarze Schiefer auf mit zwischengelagerten dicken Bänken von grauen und grünen Quarziten. Diese gehören der Quarzitzone an, wie ich diese ganz entsprechend in den Trettachanlagen bei Oberstdorf oder im Reichenbachtobel unter der Gaisalpe fand. Man glaubt sich hier wieder in die Gegend von Oberstdorf versetzt.

Am zweiten von W her in den Tobel mündenden Bach stehen dann wieder Mergel und dickbankige Kalke der Flyschkalkzone an, denen weiter tobelaufwärts bis zum Klausenbach schwärzliche Mergel und Schiefer der Quarzitzone folgen.

Etwa 50 m oberhalb der Mündung des Klausenbaches finden sich unvermittelt blaugraue Kalke und Kalkmergel von muschligem Bruch, die an einer Stelle eine Einschaltung einer dünnen Rotschieferlage enthalten. Diese Gesteine gehören bereits zu den Zementmergeln des ostalpinen Flysches, weiter oben folgen kurz unter dem Sattel der Stubentalalpe die Reiselsberger Sandsteine.

Zusammenfassend läßt sich über die Verhältnisse im Reichenbachtobel bei Nesselwang folgendes sagen:

Auf die Molasse folgt zunächst eine sehr schmale und reduzierte Zone von Kreide der Grüntendecke, auf die Stadschiefer folgen, die zu einer scharf gefalteten Serie zusammengestaucht sind. Die Stauchung nimmt tobelaufwärts an Heftigkeit zu und erreicht ihren Höhepunkt unmittelbar vor dem Schubfetzen der Bregenzerwalddecke.

Dieser besteht nur aus Gesteinen des Flysches, es finden sich Wildflysch, Flyschkalkzone und Quarzitzone, die genau wie in der Umgebung von Oberstdorf entwickelt sind und so deutlich ihre südliche Herkunft zeigen; mit dem Flysch der Grüntendecke haben sie nichts zu tun. Die Aufeinanderfolge der Sedimente ist die normale, es folgen Wildflysch, Flyschkalkzone und Quarzitzone wie auch sonst aufeinander, nur sind die Schichten tektonisch stark reduziert, was auf Schuppungen schließen läßt. So kommt es auch, daß die einzelnen Horizonte mehrmals auftreten.

Auf die Bregenzerwalddecke folgt dann der ostalpine Flysch, hier im Reichenbachtobel mit Zementmergeln beginnend.

### Edelsberg.

Ein zweiter, allerdings wesentlich kleinerer Schubfetzen von Gesteinen der Bregenzerwalddecke liegt auf der Nordseite des Edelsberges, wo der Sattel zwischen diesem und der Alpspitze beginnt. Die Schichtfolge dort ist folgende:

Auf die Reiselsberger Sandsteine des ostalpinen Flysches, die den Gipfel des Edelsberges aufbauen und steil nach N einfallen, folgen zuerst — mit scharfem tektonischen Kontakt — wenig mächtige graue Kalke und Mergel der Flyschkalkzone, die völlig verquetscht und auf 5—10 m reduziert sind.

Darauf folgen schwarze Schiefer und Mergel mit einzelnen dunklen Kalkbänken und exotischen Blöcken, die bis  $\frac{1}{2}$  m Größe erreichen. Es handelt sich also um Wildflysch. Unter den exotischen Blöcken finden sich folgende Gesteine:

Genau wie im Reichenbachtobel auch hier wieder vorwiegend Blöcke und Brocken von grünem Ölquarzit (wie auch im ganzen Wildflysch von Vorarlberg und dem Allgäu die Ölquarzite am verbreitetsten sind). Hier am Edelsberg fand ich nun zweierlei verschiedene Typen.

Der eine ist der gewöhnliche, wie ich ihn überall im Vorarlberg-Allgäu und der Schweiz antraf. Es ist ein grüner glasiger Quarzit mit völlig gleichmäßigem Korn. Schliffe durch solche Gesteine vom Edelsberg zeigen folgendes Bild:

In einem Zement von amorpher Kieselsäure liegen vorwiegend kleine eckige Quarzkörner. Die grüne Farbe kommt von häufigem Glaukonit, der mit unregelmäßig zerfressener Gestalt (wie immer im Ölquarzit) sich zwischen den Quarzkörnern hindurchzieht. Ferner finden sich in der Grundmasse vereinzelt Fetzen von Muskovit, selten Granat und kleine Säulchen von Apatit.

Den zweiten Typ von Ölquarzit fand ich bisher nur hier in der Quetschzone am Edelsberg. Er fällt aus dem normalen, eben beschriebenen Typ insofern heraus, als einzelne größere Mineralien, besonders Quarze, in dem sonst gleichmäßigen Gestein liegen. Dieses erhält so eine gewisse porphyrische Struktur. Im Schliff sieht man folgendes:

Die Grundmasse besteht wie bei allen Ölquarziten aus amorpher Kieselsäure, doch ist hier viel mehr Grundmasse vorhanden wie in dem andern Typ. Darin liegt Quarz in allen Größen, teils gerundet, teils eckig. Er ist bedeutend größer wie in dem andern Typ. Die meisten Quarze sind stark zerbrochen, andere ganz gebliebene zeigen undulöse Auslöschung. Vollkommen eckige Quarze liegen neben völlig gerundeten. Am Rande gegen das Zement sind sie vielfach angenagt.

Daneben findet sich zahlreich Glaukonit, der aber hier nicht in Form von Körnern oder Fetzen auftritt, sondern sich an das Zement anschließt und eher diesem wie den Einschlüssen zugerechnet werden muß.

Ferner finden sich einzelne Fetzen von Muskovit und kleine Putzen von Pyrit.

Weiter finden sich im Wildflysch kalkige polygene Breccien, deren Bestandteile aus dichten oder feinkristallinen grauen Kalken mit unbestimmbaren Foraminiferen, Quarzkörnern, Glimmerschieferfetzen und spärlichem Glaukonit bestehen, sowie auch größere Blöcke von Glimmerschiefer.

Weiter gegen den Sattel zu stößt der Wildflysch mit scharfer Grenze ab gegen 30—50° nordfallende Leistmergel, die graugrünlich gefärbt sind und bis  $\frac{1}{2}$  m dicke rote Lagen enthalten. Der Typus ist genau

der von den Trettachanlagen gegenüber dem Elektrizitätswerk Oberstdorf. Also auch hier wieder ein Hinweis auf die südliche Herkunft. Die ganzen Gesteine der Edelsbergquetschzone entsprechen stratigraphisch genau den Gesteinen der Umgebung von Oberstdorf.

Mit den Leistmergeln schließen die Gesteine der Bregenzerwalddecke ab. Genau wie im Reichenbachtobel liegt auch hier eine normale, wenn auch tektonisch reduzierte Schichtfolge Leistmergel-Wildflysch-Flyschkalkzone vor.

Auf die Leistmergel folgen nördlich im Sattel eine Reihe von Gesteinen, deren Stellung ich leider nicht genau feststellen konnte. Unmittelbar nach den Leistmergeln treten nach scharfer Grenze schwärzliche knorrigere Mergel auf, die vielleicht dem Wildflysch angehören und dann noch der Bregenzerwalddecke zuzurechnen wären. Hierauf folgen sehr schiefrige sandige Mergel von grauer Farbe, bei denen es zweifelhaft ist, ob sie den Leistmergeln oder den Stadschiefern der Grüntendecke zuzurechnen sind.

Weiter nördlich im Sattel selbst finden sich wohl überwiegend Stadschiefer der Grüntendecke, darunter auch die obenbeschriebenen flasrigen Mergel. Inwieweit sich auch noch an den Gesteinen des Sattels Leistmergel beteiligen, ist infolge der starken tektonischen Verwurstelung nicht festzustellen. Verquetschte Leistmergel scheinen aber nicht zu fehlen.

Auffallend ist in der Mitte des Sattels eine kleine, morphologisch aber deutlich emporragende Rippe, die aus 3—5 m mächtigen, stark brecciösen grauen Sandkalken besteht, deren Stellung und Zugehörigkeit völlig unklar geblieben ist. Die Gesteine dieser Rippe keilen nach W schnell tektonisch aus, nach O lassen sie sich noch ein kleines Stück weit gegen den obersten Steinebachtobel zu verfolgen. Soviel scheint aber sicher zu sein, daß diese Kalke von oben in die Stadschiefer auf tektonischem Wege geraten sind. Die Aufschlüsse lassen dies deutlich erkennen. Auch Reiser<sup>(15)</sup> hält diese Deutung für sehr wahrscheinlich.

Der beschriebene Schubfetzen der Bregenzerwalddecke läßt sich beiderseits des Sattels noch ein kurzes Stück weit verfolgen, dann verlieren sich die Aufschlüsse am Gehänge. Es dürfte aber kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Gesteine der Bregenzerwalddecke im Reichenbachtobel mit denen am Edelsberg in direktem Zusammenhang stehen, so daß wir also einen längeren Streifen von Gesteinen der Bregenzerwalddecke vor uns haben, die an der Überschiebungsgrenze des ostalpinen Flysches auf die Grüntendecke liegen und von dem ersteren aus S mitgeschleppt wurden.

#### d) Ultrahelvetische Schubfetzen.

Westlich von Pfronten-Weißbach treten südlich vom oberen Hofbach an der Grenze von ostalpinem Flysch und den diesen unterlagernden Leistmergeln der Grüntendecke helvetische Gesteine auf, die sich ihrer Fazies nach weder der Grüntendecke noch der Bregenzerwalddecke zurechnen lassen.

Die näheren Verhältnisse sind leider nicht aufzuhellen, da die Vorkommen mitten im Wald liegen, wo die Gesteine nur in einzelnen kleinen Hügeln aufragen.

Es folgt nördlich auf die Zementmergel des ostalpinen Flysches ein kleiner Hügel, der aus folgenden Gesteinen besteht: Zuunterst weißliche und blaue Kalke, über die sich dunkle blaugraue Mergelkalke legen, die nach oben in braune ausgelaugte Sandkalke übergehen. Alle Gesteine fallen ziemlich flach nach N ein und sind stark verquetscht.

Schliffe durch einen der dunkeln, sandigen und geschieferten Mergelkalke, deren Natur ohne weiteres nicht zu erkennen war, zeigen folgendes Bild:

In bräunlichgrauer Kalkgrundmasse liegen einzelne kleine Quarz- und Glaukonitkörner sowie massenhaft Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmen konnte:

*Globigerina cretacea* d'Orb.  
*Discorbina canaliculata* Reuss.  
*Oligostegina laevigata* Kaufm.  
*Pithonella ovalis* Lor.  
*Globigerina* sp.  
*Cristellaria* sp.

Es handelt sich also um Seewerkalk.

In der Umgebung dieses Hügels finden sich nun Gesteine, die als typisch helvetisch ohne weiteres zu erkennen sind. So liegen unmittelbar südlich davon helle weiße Kalke, die dem Seewerkalk angehören. Verknüpft sind sie mit dunklen blauen Kalken, deren Natur ebenfalls nicht ohne weiteres zu erkennen war. Ein Schliff zeigte aber auch hier sofort, um was es sich handelt: in grauer feinkristalliner Kalkgrundmasse liegen massenhaft Foraminiferen wie in dem obenbeschriebenen Gestein, viel häufiger, als man sie sonst im Seewerkalk beobachtet. Folgende Formen konnte ich erkennen:

Vorwiegend *Pithonella ovalis* Lor.  
dann *Globigerina cretacea* d'Orb.  
*Discorbina canaliculata* Reuss.  
*Oligostegina laevigata* Kaufm.

Es handelt sich also in beiden Fällen um Seewerkalk von einem Aussehen, wie ich ihn bisher nur in ultrahelvetischem Gebiet fand.

Nördlich von dem Hügel treten grünliche helle Kalke auf, die ebenfalls dem Seewerkalk angehören.

Es tritt hier also ein Komplex verschiedenartiger Seewerkalke von heller weißer, grünlicher und dunkelblaugrauer Farbe auf, die stellenweise dunkle Algenflecke enthalten. Seewerkalk von diesem Aussehen beobachtete ich bisher noch nirgends in der Grünten- oder Bregenzerwalddecke, die Gesteine müssen südlicherer Herkunft sein. Sie erinnern auch lebhaft an ultrahelvetische Gesteine, so daß es mir recht wahrscheinlich erscheint, daß es sich um einen ultrahelvetischen Schubfetzen handelt. Sie treten nur an der Schubfläche zwischen ostalpinem Flysch und der Grüntendecke auf. Weitere Untersuchungen verhindert leider der dichte Wald. (Auf der Karte von Reiser sind diese Gesteine nicht angegeben.)

### e) Unterostalpine Schubfetzen.

In der kleinen Schutthalde, die östlich unter der Quetschzone am Edelsberg liegt (zwischen den Leistmergeln der Bregenzerwalddecke und dem ostalpinen Flysch) fand ich noch einige Brocken eines Gesteins, das nicht den exotischen Blöcken des Wildflysch zugerechnet werden darf. Es handelt sich um eine grobe polygene Breccie, deren Komponenten schwach kantengerundet sind und aus Quarz und metamorphem grauen Kalk bestehen. Daneben finden sich Fetzen von Muskovit und Biotit. Das wichtigste aber ist, daß sich unter den Bestandteilen auch große Brocken von Serpentin zahlreich finden, die mit dem Kalk verknüpft sind und auf kleinen Adern und Spalten in diesen eindringen.

Es handelt sich hierbei um ein Gestein, das neuerdings von Boden <sup>(8)</sup>, <sup>(4)</sup> am Nordrand des ostalpinen Flysches zwischen Loisach und Salzach in zahlreichen Vorkommen aufgefunden wurde, immer an der Grenze zwischen ostalpinem Flysch und der helvetischen Zone oder, wo diese fehlt, an der Grenze von Flysch und Molasse. Boden hat diese Gesteine als „Dürrnbachbreccien“ bezeichnet <sup>(8)</sup>, die als Schubspäne zu betrachten sind. Es sind von der oberostalpinen Decke mitgeschürfte Fetzen der unterostalpinen „Aroser Schuppenzone“ (Rhätische Decke). Die Gesteine dieser Zone lassen sich von Graubünden her durch das Rhätikon verfolgen, finden sich dann im Allgäu wieder und nunmehr auch am Rand des ostalpinen Flysches in Südbayern. Mein Fund hier am Edelsberg stellt das vermittelnde Bindeglied zwischen dem Allgäu und Südbayern her. Immer finden sich die Gesteine der Aroser Schuppenzone unmittelbar unter der oberostalpinen Decke.

### B. Die ostalpine Flyschzone.

Durch eine scharfe tektonische Linie von dem bisher beschriebenen Helvetikum getrennt (Kreide + Tertiärflysch), folgt darüber der ostalpine Flysch. Die Stellung und Zugehörigkeit dieses Flysches — ich habe ihn früher als „ostalpinen Gosauflysch“ bezeichnet — ist von Boden und mir bereits so eingehend dargelegt worden, daß ich hier auf diesen Punkt nicht mehr einzugehen brauche <sup>(8)</sup>, <sup>(10)</sup>.

Folgende Schichtfolge ist im ostalpinen südbayrischen Flysch vorhanden (von oben nach unten):

Zementmergel,  
Bunte Zwischenschichten,  
Reiselsberger Sandsteine.

Die bunten Zwischenschichten haben nur untergeordnete Bedeutung, ebenso der in Südbayern meist am Südrand der Flyschzone auftretende Konglomerathorizont. Es bleiben so nur zwei große Gruppen übrig: die Gruppe der Zementmergel und die Gruppe der Reiselsberger Sandsteine.

Über das gegenseitige Altersverhältnis dieser beiden Gruppen sind immer noch einige Differenzen vorhanden, indem Boden — sich auf frühere Bearbeiter stützend — die Sandsteine für jünger als die Zementmergel hält und sie deshalb in das Eozän stellt <sup>(8)</sup>, <sup>(4)</sup>.

F. F. Hahn <sup>(9)</sup>, <sup>(10)</sup> und ich <sup>(16)</sup> sind andererseits der Meinung, daß die Sandsteingruppe unter den Zementmergeln liegt und daß deshalb der ganze südbayrische (ostalpine) Flysch in die Kreide gehört, denn die Inoceramenfunde liegen wohl meist in den über den Sandsteinen folgenden Zementmergeln.

Meine Aufnahmen zwischen Wertach und Halblech haben nun ergeben, daß die Zementmergel tatsächlich das Hangende bilden einer mächtigen Sandsteingruppe, die zweifellos der südbayrischen Sandsteingruppe entspricht (vgl. weiter unten).

Ich nenne diese Sandsteingruppe im folgenden „Reiselsberger Sandsteine“, indem ich einen Namen aufgreife, den zuerst Gumbel <sup>(17)</sup> diesen Sandsteinen gab, wobei er allerdings diesen Namen auch auf die ähnlich aussehenden helvetischen Oberzollbrücker Sandsteine, die ja dazu noch viel jünger sind, übertrug. Später hat dann Hahn <sup>(9)</sup> die Sandsteingruppe des südbayrischen Flysches mit diesem Namen belegt. Da der Name nun einmal in die Literatur eingeführt ist, halte ich es für zweckmäßig, ihn auch weiterhin zu verwenden und nicht einfach von einer „Sandsteingruppe“ zu reden.

Der Reiselsberg ist eine waldige Höhe des nördlichen Ammergebirges und liegt südlich vom Halblechtal, direkt östlich vom Lobental, und fällt gerade noch in mein Aufnahmegebiet herein. Die eigentliche Erhebung des Reiselsberges wird allerdings von Aptychenschichten eingenommen. Trotzdem scheint es mir am besten, den alten Gumbel'schen Namen beizubehalten, was vielleicht dadurch gerechtfertigter erscheint, als nördlich vom eigentlichen Reiselsberg an der Einmündung des Lobenbaches in den Halblech die „Reiselsberger Hütte“ inmitten von Reiselsberger Sandsteinen liegt.

### 1. Die Reiselsberger Sandsteine.

Diese bilden einen Komplex von großer Mächtigkeit und Einförmigkeit. Liegende Schichten sind infolge der Aufschiebung des ostalpinen Flysches auf die helvetische Zone nirgends vorhanden, man darf vielleicht aber annehmen, daß das Cenoman, an das im östlichen Allgäu die Reiselsberger Sandsteine im Süden meist anstoßen, das ursprünglich normale Liegende derselben bilden. Ich werde weiter unten darauf noch zurückkommen.

Die Reiselsberger Sandsteine bestehen im Pfrontener Gebiet so gut wie ausschließlich aus Sandsteinen, während Einlagerungen von Mergeln oder Kalken fast ganz fehlen. Solche finden sich z. B. im Steinbruch hinter der Kirche von Pfronten-Berg, wo sich blaugraue milde Schiefer und dünne Kalkbänke vorfinden.

In den Sandsteinen sind zwei durch Übergänge miteinander verbundene Haupttypen zu unterscheiden:

Der eine ist der Typ fein- bis mittelkörniger kalkreicher Sandsteine von grauer Farbe, deren Bestandteile aus feinen Kalk-, Quarz- und Glimmerkomponenten bestehen. Meist enthalten diese Sandsteine Pflanzenhäcksel in großer Menge. Auch große Tonzellen und Fließwülste sind vielfach in großer Menge vorhanden, wie der Steinbruch bei Pfronten-Berg besonders schön zeigt.

Durch Größerwerden der Komponenten geht aus ihnen der zweite Typ hervor, der die Hauptmasse der Reiselsberger Sandsteine zusammensetzt. Dabei werden diese mitunter so grobkörnig, daß man bereits von Konglomeraten reden muß, denn die Komponenten erreichen eine Größe von 0·5 bis über 1 *cm*.

Ganz grobe Konglomerate mit Komponenten von über 1 *cm* sind mir aber nur aus dem Scheidbachtobel bekannt, wo dieselben auffallend an gewisse Cenomankonglomerate erinnern.

Beim gewöhnlichen konglomeratischen Typ beträgt die durchschnittliche Größe der Komponenten 0·2—0·5 *cm*. Die Zusammensetzung ist dabei immer außerordentlich heterogen und bunt. Ich fand folgende Bestandteile: Vorherrschend ist meist weißer Quarz, z. T. wohlgerundet, ferner in großer Menge Brocken kristalliner Gesteine (vorwiegend Glimmerschiefer), dann graue und braune Kalke unbestimmter Herkunft. Fetzen von Muskovit sind immer zahlreich.

In Schliften zeigen sich die Komponenten in grauer Kalkgrundmasse, dabei sind die Quarze alle außerordentlich gestreckt und auch zertrümmert. Außerdem zeigen sich stellenweise kleine Körner von Glaukonit und kleine Nadeln von Apatit.

Die Sandsteine zerfallen bei der Verwitterung zu Grus und färben sich dabei schokoladebraun. An dem braunen Verwitterungsboden sind dann auch die Sandsteine an Stellen, wo sie nicht aufgeschlossen sind, doch meist leicht kenntlich.

Fossilien konnte ich in den Reiselsberger Sandsteinen leider nirgends finden.

In der ostalpinen Flyschzone zwischen Wertach und Halblech haben die Sandsteine die größte Verbreitung; mit Ausnahme schmaler Muldenzüge von Zementmergeln bauen sie den ganzen Edelsbergstock auf; in der Füssener Bucht zeigen fast alle Aufschlüsse Reiselsberger Sandsteine und erst jenseits des Lechs im Ammergebirge treten die Sandsteine mehr und mehr zurück, während die Zementmergel immer größere Verbreitung erlangen und in Südbayern dann ja den überwiegenden Bestandteil der ostalpinen Flyschzone bilden. Ich werde weiter unten im tektonischen Teil noch auf diese Erscheinung zurückkommen.

Die Mächtigkeit der Reiselsberger Sandsteine ist nicht genau festzustellen, da ja das Liegende nirgendwo aufgeschlossen ist, wenn nicht die Cenomanzone des Sorgschrofen-Kienberg als das ursprünglich normale Liegende angesehen werden kann.

Die sicher vorhandene Mindestmächtigkeit beträgt 500 *m*.

Konglomerate, wie sie in Südbayern an der Grenze des Flysches gegen die Kalkalpen vorhanden sind, fehlen in meinem Gebiet. Nur in dem Steinbruch bei Pfronten-Berg fand ich in den Reiselsberger Sandsteinen einzelne bis 2 *cm* große Gerölle von Wettersteinkalk und Liaskalk (?). Nach Angabe von Böse<sup>1)</sup> sollen auch Konglomerate westlich vom Lobental vorhanden sein, ich konnte dort aber anstehend nichts finden außer einigen herumliegenden Konglomeratbrocken zweifelhafter Stellung. (Vgl. Abschnitt D.)

<sup>1)</sup> Böse, A. Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geognost. Jahresh. München 1894.

## 2. Die bunten Zwischenschichten.

Genau wie an vielen Stellen Südbayerns treten auch zwischen Wertach und Halblech zwischen Reiselsberger Sandsteinen und Zementmergeln vielfach rote, grüne und graue Mergel und Schiefer auf.

Genau wie in Südbayern sind diese aber nicht überall konstant an der Grenze zwischen den beiden Gruppen vorhanden, sondern fehlen vielfach. Sie lassen sich deshalb auch auf der Karte nicht als durchgehendes Band ausscheiden.

Trotzdem sind aber die bunten Zwischenschichten als eine außerordentlich konstante Bildung zu betrachten, da sie durch ganz Südbayern bis mindestens zum Inn überall in der gleichen Position auftreten, überall an der Grenze zwischen Reiselsberger Sandsteinen und Zementmergeln.

Dabei erreichen sie immer nur eine Mächtigkeit von wenigen Metern, die aber überall stark voneinander verschieden ist. An vielen Punkten fehlen die bunten Zwischenschichten völlig, an andern sind sie nur als eine einzige dünne Bank von noch nicht einem Meter Mächtigkeit vorhanden, an andern Stellen werden sie wieder 2—3 m mächtig.

Auch der petrographische Charakter schwankt vielfach, so sind es einmal rote schmierige Letten, das andere Mal wieder festere rote und grüne kalkreiche Mergel.

Daß die bunten Zwischenschichten eine wichtige stratigraphische Stellung einnehmen, hat zum erstenmal W. Fink (\*) im Flysch bei Tegernsee richtig erkannt und damals auch den Namen „rote Zwischenschicht“ aufgestellt. Seither wurde dieser Horizont dann überall im Flysch von Südbayern gefunden.

## 3. Die Zementmergel.

Über den bunten Zwischenschichten folgt der mächtige Horizont der Zementmergel (hydraulische Serie bei Hahn, Kieselkalkgruppe bei Boden). Ich ziehe den Namen „Zementmergel“ deshalb vor, weil sich innerhalb der Serie Zementmergel überall finden, von der Wertach bis nach Salzburg, Kieselkalke dagegen im westlichen Teil der südbayrischen Flyschzone ganz fehlen und erst weiter östlich sich einstellen (vom Ammergebirge an).

Sind die Reiselsberger Sandsteine durchaus einheitlich, weil sie fast nur aus Sandsteinen bestehen, so sind die Zementmergel ebenso einheitlich, indem sie nur aus Mergeln und Kalken bestehen.

Die beiden großen Gruppen des ostalpinen Flysches stehen also in großem Gegensatz zueinander.

Vielfach treten an der Grenze zwischen beiden Gruppen die bunten Zwischenschichten auf, wo diese aber fehlen, ist ein rascher Übergang auf 2—3 m vorhanden, indem die Sandsteine in Sandkalke, diese ihrerseits in reine Kalkbänke übergehen. Von Breccien, wie sie Boden von der Grenze zwischen beiden aus dem Flysch des Schlierseegebiets beschreibt, konnte ich hier nirgends etwas finden.

Die Zementmergel sind eine einheitliche Serie von blaugrauen, unregelmäßig dünnschiefri gen Mergeln (Zementmergeln), dickeren reinen

Kalken, Sandkalken, plattigen Kalkschiefern usw. Die echten blaugrauen Zementmergel treten immer in mächtigen Schichtpacken auf. Sie finden sich im Edelsbergstock westlich der Füssener Bucht kaum; östlich dagegen erreichen sie von Füssen ab eine große Verbreitung, überall im südbayrischen Flysch sind sie vorhanden.

Außerdem kommen als Einschaltungen rote Mergel vor, die aber sehr selten zu sein scheinen. Sie gleichen den roten Mergeln der bunten Zwischenschichten, scheinen aber mit diesen nichts zu tun zu haben.

Ich fand solche — immer nur sehr wenig mächtige Einschaltungen — im obersten Reichenbachtobel bei Nesselwang und in einem Tobel westlich Röfleiten. In beiden Fällen treten sie jedesmal nur im untersten Teil der Zementmergel auf, vielleicht können sie als kurzer Rückfall in der Fazies der bunten Zwischenschichten aufgefaßt werden.

In Schriffen zeigt sich nur eine dichte rote Grundmasse ohne jeden Einschuß.

Echte Kieselkalke (die vielfach mit Sandkalken verwechselt werden), wie sie von Boden aus dem Flysch des Tegernsee- und Schlierseegebietes in großer Ausdehnung beschrieben werden, fand ich zwischen Wertach und Halblech nirgends.

Als sehr seltene Bildung — die ich nur in diesem einen Falle beobachtete — fand ich am Ausgang des Halblechtales eine wenig mächtige Bank eines grünen Glaukonitsandkalkes. Im Schriff zeigt dieser folgendes Bild: In grauer kristalliner Kalkgrundmasse liegen zahlreiche eckige Quarzkörner von 0.2—0.4 mm Größe, ebenso zahlreiche Glaukonitkörner, bis 0.2 mm groß. Außerdem finden sich Fetzen von Muskovit und Pyrit. Ferner ist die Grundmasse erfüllt von Foraminiferen, unter denen besonders Discorbinen, Textularien und Cristellarien auffallen.

Im folgenden gebe ich nun noch einige Schriffe von Gesteinen der Zementmergelgruppe.

1. Dichter graugrüner Kalk mit muschligem Bruch, ähnlich Seewerkalk, vom Halblechtal: In dichter grauer Kalkgrundmasse liegen sehr seltene winzige Quarz- und Glaukonitkörner, ferner massenhaft Foraminiferen, von denen ich folgende bestimmte:

*Globigerina cretacea* d'Orb.

*Pithonella ovalis* Lor.

*Textularia globulosa* Ehrenbg.

*Nodosaria* sp.

*Bolivina* sp.

Die Foraminiferen sind auffallend klein und erreichen nur  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  der sonstigen normalen Größe.

2. Grauer kalkreicher Mergel, der eine sehr große Verbreitung besitzt (typischer Zementmergel). Schriffe vom Halblechtal und Jagdberg nordöstlich von Hohenschwangau: Bräunlichgraue Kalkgrundmasse mit vereinzelt winzigen Quarz- und Glaukonitkörnern. Zahlreiche Foraminiferen, besonders häufig *Globigerina cretacea* und *Textularia globulosa*.

Der größte Teil der Grundmasse wird aber von Schwammnadeln eingenommen.

3. Dichter grauer Kalk mit muscheligen Bruch (ähnlich 1) aus dem Tobel westlich Röfleiten (Edelsbergstock): Feinkristalline graue Kalkgrund-

masse, in der zahlreiche Foraminiferen und Schwammnadeln liegen (*Pithonella ovalis* und Globigerinen). Selten sind winzige Glaukonitkörnchen.

4. Harter grauer kristalliner Kalk aus demselben Tobel: Grobkristalline Kalkgrundmasse mit häufigen eckigen Quarzkörnern, die bis 0.5 mm groß werden. Seltener sind bis 0.1 mm große Glaukonitkörner. In großer Menge finden sich schlecht erhaltene Foraminiferen und Schwammnadeln.

Wie die Schiffe zeigen, sind die Zementmergel als ein in größerer Tiefe abgelagerter Foraminiferen- und Schwammnadelnschlick zu betrachten.

Makroskopisch sichtbare Fossilien fand ich leider nirgends,<sup>1)</sup> die meinem Gebiet nächstgelegenen Inoceramenfunde wurden von Hahn in der Hörnlegruppe bei Unterammergau gemacht. Doch zeigen die Foraminiferen deutlich genug die Zugehörigkeit der Zementmergel zur oberen

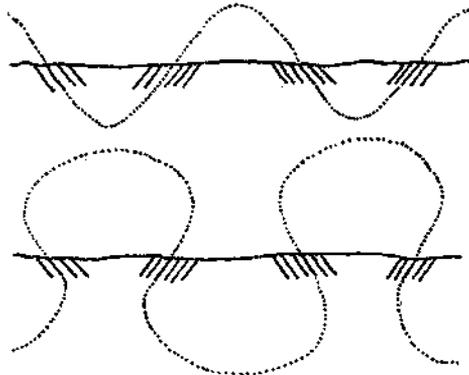


Fig. 1.

Kreide, es sind die gleichen, die auch in den Seewerschichten und den Leistmergeln auftreten.

Da aber die Reiselberger Sandsteine unter den Zementmergeln liegen, ergibt sich daraus die Zugehörigkeit des gesamten ostalpinen Flysches zwischen Wertach und Halblech mit aller wünschenswerten Schärfe zur oberen Kreide.

Die Mächtigkeit der Zementmergel läßt sich, da höhere Horizonte nicht vorhanden sind, nicht genau angeben; was heute noch vorhanden ist, dürfte mit 300—400 m nicht zu hoch bemessen sein.

Daß die Zementmergel tatsächlich jünger wie die Reiselberger Sandsteine sind, geht aus einer Reihe von Profilen klar hervor. So glaube ich, daß man immer eine Serie, die zwischen einer anderen Serie liegt, deren Schichten von beiden Seiten her unter sie einfallen, als Mulde ansprechen muß; während andererseits eine Serie, deren Schichten beiderseits unter die einer anderen Serie fallen, als Sattel angesprochen werden muß. Gerade dies scheint mir doch das Wesen von „Synklinale und Antiklinale“ zu sein.

<sup>1)</sup> Abgesehen von den besonders in den typischen Zementmergeln massenhaften Algen, unter denen am häufigsten *Phycopsis intricata* Brgt. ist, nicht selten findet sich auch die zierliche *Phycopsis arbuscula* Fischer-Ooster.

Verfährt man anders, dann müssen die Sättel als oben abgequetschte Mulden, die Mulden als unten abgequetschte Sättel aufgefaßt werden. (Fig. 1.)

Diese Deutung gibt dann die bekannte „Pilzfaltentektonik“, von der man im Gelände meist nichts sieht, denn als unbefangener Beobachter wird man immer Zonen, deren Schichten beiderseits von einer Faltenachse wegfallen, als Sattel, und umgekehrt Zonen, deren Schichten nach der Faltenachse hin fallen, als Mulde bezeichnen.

Aus diesem Grunde kann ich mich nicht mit der Tektonik befreunden, die Boden neuerdings dem Flysch des Tegernsee- und Schlierseegebietes zuschreibt, und ich konnte mich auch an Ort und Stelle im ganzen südbayerischen Flysch nirgends von einer solchen Tektonik überzeugen.

Das höhere Alter der Reiselsberger Sandsteine geht aber auch aus einigen Profilen mit aller wünschenswerten Deutlichkeit hervor. So findet sich ein eindeutiges Profil im Buchwaldstobel auf der Südseite des Edelsbergstockes westlich Pfronten.

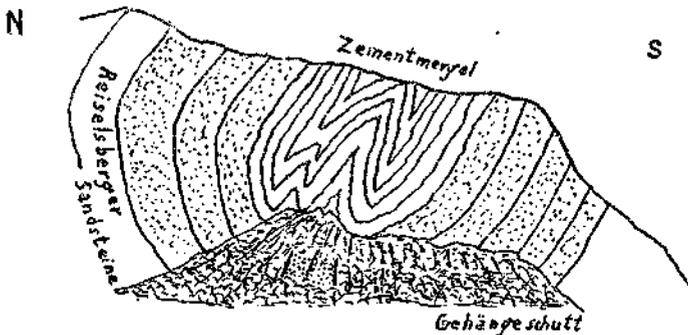


Fig. 2.

Man sieht dort im Tobel innerhalb der Reiselsberger Sandsteine eine kleine, nur wenige Meter breite, Doppelmulde von Zementmergeln, sieht die Mulde unten durch Sandsteine abgeschlossen und einen kleinen Sandsteinsattel die Mulde teilen. Hier ist also tatsächlich von einer Pilzfalte auch nicht die Spur zu sehen. (Fig. 2.)

Dasselbe geht auch von vielen Punkten klar hervor, wo die Grenze zwischen beiden Gruppen aufgeschlossen ist, z. B. im Kreuzbachtobel auf der Südseite des Edelsberges, wo die beiden Horizonte leicht miteinander verfaltet sind. Fig. 5 zeigt die dortigen Verhältnisse.

Ich glaube, daß beide Beispiele, die sich noch beliebig vermehren ließen, vollauf genügen, um das höhere Alter der Sandsteine zu beweisen.

Ebenso geht das aber auch aus den Aufschlüssen innerhalb der großen Füssener Bucht hervor. Als „Füssener Bucht“ bezeichne ich die große flache Senke zwischen dem Ammergebirge östlich und dem Edelsbergstock westlich, wo auf eine Strecke von fast 20 km das Flyschgebirge völlig unterbrochen ist und fehlt. (Vgl. hierüber den Abschnitt über die Morphologie.)

Die ganzen oberen Partien des Flysches sind hier abgedeckt und lediglich der untere Rumpf hat sich erhalten. Es ist deshalb zu erwarten, daß der älteste Flyschhorizont innerhalb der Senke auftaucht.

Fast die sämtlichen Hügel innerhalb der Bucht bestehen aber aus Reiselsberger Sandsteinen, nur bei Füßen und nordöstlich vom Hopfensee finden sich in geringer Verbreitung auch Zementmergel.

Besonders deutlich ist diese Erscheinung am östlichen Abbruch des Edelsbergstockes zur Füssener Bucht bei Pfronten. Während dort kurz vor dem Abbruch des Gebirges auf der Höhe die Zementmergelmulden liegen, sind unten in den Tobeln und am Fuß des Gebirges überall nur Sandsteine vorhanden; der ganze Sockel des Edelsbergstockes besteht aus Reiselsberger Sandsteinen, die Zementmergelmulden greifen nicht soweit hinab (vgl. die Karte Fig. 3).

Ich glaube, daß auch diese Tatsache eindeutig das höhere Alter der Reiselsberger Sandsteine beweist.

Die Zementmergel sind eine in sich vielfach gefaltete und gestauchte Serie. Die Aufschlüsse in den Tobeln zeigen dies vielfach in prachtvoller Weise. Während bei den Sandsteinen von einer Spezialfaltung nichts zu sehen ist, was ja auch bei dem spröden, nicht leicht falt- und verschiebbaren Material kein Wunder ist, zeigt sich überall in den Zementmergeln eine intensive Faltung, Stauchung und Fältelung. Aber auch hier konnte ich nirgends die Erscheinung von Pilzfalten beobachten, die doch zweifellos vorhanden sein müßten, wenn die Flyschzone im großen eine solche Tektonik zeigen würde.

Die Spezialfaltung und Zerknitterung der Zementmergel zeigt aber zugleich auch, wie sehr die ganze Flyschzone tektonisch beansprucht worden ist.

Von höheren, insbesondere tertiären Schichten der ostalpinen Flyschzone, wie solche bei Unterammergau, Schliersee und in Österreich auftreten, konnte ich zwischen Wertach und Halblech nichts finden.

#### **4. Die Unterschiede zwischen helvetischem und ostalpinem Flysch.**

Es dürfte vielleicht gut sein, die Unterschiede, die zwischen helvetischem und ostalpinem Flysch bestehen, einmal kurz einander gegenüberzustellen, da dies bisher noch nirgends geschehen ist.

Es ist vielfach nicht einfach, im Gelände beide Flyschbildungen ohne weiteres auseinanderzuhalten, da ja die Sedimente beider von gleicher Fazies sind. In beiden finden wir jeweils eine Sandsteingruppe und eine Kalk-Mergelgruppe. Bei beiden sind diese Gruppen scharf voneinander getrennt.

Da tritt zunächst als wesentliches Unterscheidungsmerkmal hervor, daß im Helvetikum die Kalkgruppe unten, die Sandsteine oben liegen, anderseits aber beim ostalpinen Flysch umgekehrt die Sandsteine unten und die Zementmergel oben sind.

Weiter kommt auch in der Zusammensetzung der Sedimente eine gewisse Verschiedenartigkeit immerhin zur Geltung. So kann man Oberzollbrücker und Reiselsberger Sandsteine recht gut auseinanderhalten; die Oberzollbrücker Sandsteine sind feinkörniger und enthalten meist nur Quarzkörner als Einsprenglinge. Für die Reiselsberger dagegen ist bezeichnend, daß sie so gut wie immer feinkonglomeratisch und von bunter Zusammensetzung sind. Eben der konglomeratische Habitus geht den Oberzollbrücker Sandsteinen gänzlich ab.

Schwieriger wird die Unterscheidung schon bei den Kalkgruppen der beiden Flysche. Da ist es aber gerade ein Glück, daß die Bregenzerwalddecke mit ihrer Flyschkalkzone, die am ehesten mit den Zementmergeln verwechselt werden kann, bereits verschwunden ist, wo der ostalpine Flysch einsetzt. Die Stadschiefer der Grüntendecke, die dann in Berührung mit dem ostalpinen Flysch kommen, sind mit ganz geringen Ausnahmen etwas von dessen Zementmergeln völlig Verschiedenes. Die Stadschiefer sind viel unreiner und sandiger, es sind meist dunkle, rauhe und glimmerige Mergel, die in großem Gegensatz zu den rein kalkigen Zementmergeln stehen. Ein weiteres gutes Unterscheidungsmerkmal ist, daß die mächtigen Schichtpacken von typischen blaugrauen Zementmergeln, wie sie von Füssen an ostwärts weit verbreitet sind, sowohl den Stadschiefern wie auch der Flyschkalkzone gänzlich fehlen.

Es gibt also trotz der gleichen Fazies und der gleichen Gesteinsgruppen in den beiden Flyschen immerhin gewisse Unterschiede, die sich im Gelände nutzbringend bei der Abtrennung beider voneinander verwerten lassen. Man muß dabei natürlich immer besonders die Gesteinszusammensetzung und -vergesellschaftung in größerem Umfange betrachten, im kleinen Handstück treten die Unterschiede selbstverständlich nicht hervor.

Als letzter und bedeutendster Unterschied — der freilich im Gelände nicht zu verwenden ist — wäre noch das verschiedene Alter der beiden Flysche zu erwähnen: der helvetische Flysch beginnt, abgesehen vom Wildflysch und den Leistmergeln, die aus petrographischen Gründen gleichfalls dem Flysch zugerechnet werden könnten und früher auch für Eozänflysch gehalten wurden, erst mit dem Mitteleozän, während der ostalpine Flysch Südbayerns so gut wie ganz der oberen Kreide als Äquivalent der Cenoman-(?) und Gosaubildungen angehört.

#### D. Die Tektonik des Gebietes.

Diese wird beherrscht von der Aufschiebung der oberostalpinen Kalk- und Flyschzone auf das Helvetikum. Ein Blick auf die beigegegebene Kartenskizze und die Profile zeigt die bestehenden Verhältnisse am besten, sodaß ich mich in der Beschreibung kurz fassen kann.

Die helvetische Zone, die von der Iller herüberstreicht, ist dadurch charakterisiert, daß sich auf einen Kern von Gesteinen der Kreide, die im N der Molasse aufgeschoben sind, die jüngeren tertiären Flyschablagerungen legen. Sehr klar sind die Verhältnisse im Grüntengebiet erschlossen.

Dieselben Verhältnisse bestehen nun auch noch östlich der Wertach bis zum Pfrontener Quertal. Ein Unterschied ist aber hier vorhanden: durch den Vorstoß der Allgäudecke vom Bregenzerwald her nach NO verschwindet immer mehr der helvetischen Zone unter dem Oberostalpin, die helvetische Zone wird dadurch immer schmaler. So verschwindet zunächst die Bregenzerwalddecke zwischen Hindelang und Unterjoch, sodaß an der Wertach lediglich noch die Grüntendecke vorhanden ist.

Auf den bereits eben erwähnten Kreidekern im N, der die unmittelbare Fortsetzung der Grüntenkreide ist, legen sich zunächst Stadschiefer,

die als Hangendes mächtige Oberzollbrücker Sandsteine tragen, die das ganze Gebiet von Roßkopf und Wertacher Hörnle einnehmen.

Dieses westlich der Wertach so ausgedehnte Muldengebiet verschmälert sich aber östlich der Wertach sehr rasch, da die Allgäu-Decke von Hindelang bis zum Sorgschrofen scharf nach N vorstößt. Man sieht so die ganzen Oberzollbrücker Sandsteine unter dem Ostalpinen verschwinden.

Durch das plötzliche Einsetzen des ostalpinen Flysches auf der Linie Sorgschrofen—Jungholz—Reuterberg wird die helvetische Zone vollends zu einer schmalen Außenzone reduziert, die zwischen der Wertach und dem Pfrontener Tal vorwiegend aus Kreide besteht, da der helvetische Flysch — Stadschiefer und Oberzollbrücker Sandsteine — fast völlig unter dem ostalpinen Flysch verschwindet.

Der etwa nur noch 1 km breite Saum von helvetischer Kreide ist zu engen Falten und Schuppen zusammengedrückt, während die gleiche Zone weiter westlich im Grüntengebiet noch breiter und in schönen Falten geschwungen ist.

Das Zusammenklappen östlich der Wertach ist wahrscheinlich als direkte Folge des plötzlichen Einsetzens und starken Vorstoßes des ostalpinen Flysches zu betrachten.

Diese Vermutung wird noch wahrscheinlicher durch eine auffällige Erscheinung, die die helvetische Zone östlich der Wertach zeigt. Die Schichten derselben sind nicht nur steilgestellt, oder einfach überkippt, sondern sogar rückwärts nach S überschlagen, sodaß bei durchweg nördlichem Einfallen der ganzen Zone nicht jüngere, sondern ältere Schichten aufeinander folgen. (Vgl. die Profile Fig. 4, 5, auch bei Reiser.)

Sehr schön zeigt sich diese Erscheinung sowohl an der Reuterwanne wie an der Alp Spitze als auch bei Kappel. Die ganze helvetische Zone zwischen Wertach und Pfronten ist von dieser Erscheinung erfaßt worden, auf dieser ganzen Strecke fällt sie mit allen ihren Schichten und Schuppen andauernd steil gegen N. Auch Ampferer <sup>(1)</sup> hat diese Erscheinung bereits erwähnt.

Jenseits des Pfrontener Tales streicht die helvetische Kreide noch ein Stück weit nach O bis gegen Hopferau zu, den kleinen schmalen Hügelzug aufbauend, der von den Ruinen Eisenberg und Freyberg gekrönt wird. Dann verschwindet sie zwischen Molasse und ostalpinem Flysch, und ihre ersten Spuren finden sich erst wieder weit jenseits des Lech am Nordrand des Ammergebirges.

Der Flysch der Grüntendecke — aus Stadschiefern und Oberzollbrücker Sandsteinen bestehend — streicht östlich der Wertach unter den plötzlich einsetzenden ostalpinen Flysch hinunter. Am Nordrand desselben lassen sich die dunklen grauen Stadschiefer noch bis fast gegen Kappel zu verfolgen, in größerer Ausdehnung sind sie im oberen Reichenbachtobel südöstlich von Nesselwang vorhanden, von hier ziehen sie über den Sattel zwischen Edelsberg und Alp Spitze in den oberen Steinbachtobel, wo sie unter dem ostalpinen Flysch verschwinden.

Der ostalpine Flysch setzt nun nicht einheitlich ein, südlich vom Reuterberg, wo er beginnt, greifen die Stadschiefer der Grüntendecke durch die Senke von Jungholz—Langenschwand in einem Halbfenster zwischen ostalpinem Flysch und Cenoman weit nach O in das Vilstal (über 3 km) bis wenig oberhalb der Vilstalsäge.

Dieses Halbfenster bezeichne ich als das „Fenster von Jungholz“.

Der Fensterrahmen ist insofern ungleich gebaut, als nördlich des Fensters der ostalpine Flysch, südlich davon ostalpines Cenoman liegt.

Die Verhältnisse im Fenster von Jungholz sind folgende: Der helvetische Flysch innerhalb des Fensters besteht fast ganz aus Stadschiefern, die z. T. bereits als graue Kalke entwickelt sind und dann der Flyschkalkzone der Bregenzerwalddecke sehr gleichen. Es liegt hier anscheinend die fazielle Übergangzone der nördlicheren Stadschiefer in die südlichere Flyschkalkzone vor.

Im Vilstal südlich der Scheidbachalpe sind unmittelbar nördlich vom ostalpinen Cenoman noch in ganz geringer Ausdehnung Oberzollbrücker Sandsteine aufgeschlossen, die als die letzte Fortsetzung der Oberzollbrücker Sandsteine des Wertacher Hörnles anzusprechen sind, die im Wertachtal unter ostalpinem Flysch und Cenoman des Steinebergs (nördlich vom Sorgschrofen) hindurch ins Vilstal streichen und hier gerade noch einmal aufgeschlossen sind.

Auf dem Steineberg selbst liegt noch als halbe Klippe eine Scholle von Reiselberger Sandsteinen, sich unmittelbar südlich an das Cenoman anlehnend, von der Hauptmasse des ostalpinen Flysches aber abgetrennt durch das Fenster von Jungholz. Die Basis dieser Scholle liegt in etwa 1200 *m* Höhe.

Nördlich des Fensters von Jungholz folgt dann die Hauptmasse des ostalpinen Flysches, vom Reuterberg an ununterbrochen nach O ziehend bis zur Donau und sich dort weiter fortsetzend in die Flyschzone der Karpathen.

Zwischen dem Reuterberg und dem Pfrontener Tal ist die Basis des ostalpinen Flysches leicht muldenförmig verbogen; gegen W streicht der ostalpine Flysch am Reuterberg in zirka 1250 *m* Höhe frei aus.

Gegen SW zum Vilstal hin steigt die Schubfläche langsam ab, so liegt sie im Scheidbachtobel in 1080 *m*, im Buchwaldtobel in 1030 *m* Höhe. Dann sinkt sie zur Sohle des Vilstales herab.

Am Nordrand des ostalpinen Flysches treten nun an drei Stellen zwischen diesem und den Stadschiefern der Grüntendecke fremde Schubfetzen auf, deren Schichten bereits im stratigraphischen Teil eingehend behandelt sind. Drei verschiedene tektonische Elemente müssen dabei auseinandergehalten werden: es finden sich Bestandteile der Bregenzerwalddecke, ultrahelvetische und unterostalpine Glieder. Die letzteren haben die geringste Verbreitung.

Im folgenden will ich kurz eine regionale Betrachtung solcher fremder Schubfetzen im Gebiete östlich des Rheins geben.

Die Bregenzerwalddecke verschwindet zwischen Hindelang und Unterjoch unter der oberostalpinen Allgäu-Decke, weiter östlich ist sie nur in den beiden Fetzen im Reichenbachtobel bei Nesselwang und am Edelsberg noch erhalten. Weiter im O sind mir keine Bestandteile der Bregenzerwalddecke bis jetzt bekannt geworden.

Ultrahelvetische Schubfetzen finden sich östlich des Rheins an folgenden Stellen, wobei ich gleich bemerken möchte, daß weitere Untersuchungen sicher noch weitere Vorkommen ans Tageslicht bringen werden.

Durch die neuesten Untersuchungen von P. Meesmann und Arn. Heim<sup>(12)</sup> wurden ultrahelvetische Fetzen auf der Hohen Kugel im Bregenzerwald festgestellt, die ich in den vergangenen Sommern selbst unter Führung von P. Meesmann, besichtigen konnte. Auf den Wangschichten der Mulde von Fraxern treten dort Drusbergschichten, Gault und Seewerkalk auf, über dem dann mächtige rote und graue Leistmergel sowie Äquivalente der Flyschkalkzone folgen.

Weiter sind im Bregenzerwald bisher noch keine ultrahelvetischen Bestandteile gefunden worden<sup>1)</sup>, ich vermute aber solche in größerer Ausdehnung in der Allgäu-Vorarlberger Klippenzone.

Meine Begehungen im Sommer 1923 haben mich nun zu der Ansicht geführt, daß die bekannten roten und grauen Seewerkalke von Liebenstein, die von Steinmann<sup>(19)</sup> früher für „Couches rouges“ gehalten wurden, ebenfalls als ultrahelvetisch anzusprechen sind. In meiner Oberstdorfer Flyscharbeit habe ich diese Gesteine der Grüntendecke zugerechnet und in Verbindung gebracht mit den roten Seewerkalken, die oben auf dem Grünen hinter dem Grünenhaus anstehen.

Diese Ansicht kann nach meinen neuen Untersuchungen nicht aufrechterhalten werden. Durch den für das Zementwerk Liebenstein mittlerweile fortgeschrittenen Abbau zeigten die Aufschlüsse südlich der Ostrach im Sommer 1923 ein wesentlich anderes Bild wie vor zwei Jahren.

Die Schichten bestehen aus grauen, grünen und roten Seewerkalken, die steil südlich fallen. Eingelagert sind ihnen schwärzliche sandige Kalke und dunkle Mergel, die sich nur im ultrahelvetischen Gebiet im Seewerkalk vorfinden. Außerdem zeigt der graue, etwas unreine Seewerkalk schlierenartig dunkle Flecken und Streifen, die besonders bei feuchtem Zustand deutlich hervortreten. In dieser Beziehung gleichen die Liebensteiner Kalke vollkommen dem ultrahelvetischen Seewerkalk der Hohen Kugel. Die Seewerkalke von Liebenstein zeigen so eine Ausbildung, die ich sonst im ganzen helvetischen Gebiet östlich des Rheins nirgends fand. Die Gesteine unterscheiden sich in deutlicher Weise vom Seewerkalk der Grünen- und Bregenzerwalddecke.

Weiter gehört hierher dann der ultrahelvetische Seewerkalk zwischen ostalpinem Flysch und Grüntendecke am Hofbach westlich Pfronten—Weißbach. Dieser scheint der östlichste ultrahelvetische Fetzen überhaupt zu sein.

Unterostalpine Bestandteile sind im Allgäu in größerer Ausdehnung bekannt geworden. Sie stellen die Fortsetzung der „Aroser Schuppenzone“ des Rhätikons dar und bestehen wie dort aus basischen Gesteinen, die mit roten und grauen Jurakalken, roten Schieferen und Radiolariten verknüpft sind. In meiner Oberstdorfer Flyscharbeit habe ich ja einen Teil davon beschrieben.

Neue Begehungen im Sommer 1923 im Warmatsgundtal südlich Oberstdorf haben nun ergeben, daß dort unterostalpine Bestandteile in weit größerer Ausdehnung vorhanden sind, als man bis jetzt ahnen konnte. Beinahe alles ist dort unterostalpin. In großer Verbreitung treten

1) Wie mir Herr P. Meesmann neuerdings mitteilt, treten auch noch an vielen anderen Stellen im westlichen Bregenzerwald ultrahelvetische Klippen auf. Für seine freundlichen Mitteilungen möchte ich ihm auch hier bestens danken.

dort graue und rote, meist völlig metamorphe Kalke, dann grüne, schwarze und rote Schiefer auf, die zwischen Hauptdolomit und helvetischem Flysch liegen und tektonisch sehr heftig mitgenommen sind. Die Gesteine wurden bisher zum Flysch gerechnet, haben aber mit diesem nichts zu tun und lassen sich in ausgezeichneter Weise von diesem abtrennen. Man glaubt sich im Warmatsgundtal teilweise ins Rhätikon versetzt. Auch echte Couches rouges scheinen vorhanden zu sein.

Weiter gehören der Aroser Schuppenzone die Gesteine oberhalb der Gaisalpe und in der Umgebung von Hindelang an, ebenso der Diabasporphyrit, den Cornelius vom Hörnlein aus dem Bregenzerwald (Klippenzone) beschreibt (6).

Neue Begehungen, die ich in der „Hölle“ bei Hindelang im Sommer 1923 ausführte, zeigten, daß auch echte „Couches rouges“ in Begleitung der Diabasporphyrite und Jurakalke vorkommen. Damit ist ein recht ausgedehnter Schichtbestand der Aroser Schuppenzone im Allgäu nachgewiesen.

Gegen O waren bis vor kurzem keinerlei unterostalpine Bestandteile bekannt. Da beschrieb Boden (34) von der Grenze zwischen ostalpinem Flysch und dem unterliegenden Helvetikum die Schubspäne von Diabasen, Serpentin, roten und grauen Jurakalken mit Hornsteinen (Radioariten!), die zweifellos den Gesteinen der Aroser Schuppenzone entsprechen. Sie liegen ja auch in der tektonisch richtigen Stellung zwischen oberostalpinem Flysch und Helvetikum. Diese Gesteine, die „Dürrnbachbreccien“ Bodens, sind jetzt in einer Ausdehnung von der Loisach bis gegen Salzburg von Boden nachgewiesen worden.

Das vermittelnde Glied zwischen diesen südbayrischen Vorkommen und dem Allgäu ist durch meinen Serpentinbreccienfund in der Quetschzone des Edelsberges nunmehr erbracht worden, sodaß sich unterostalpine Schubfetzen heute vom Rhätikon bis zur Salzach fast ununterbrochen verfolgen lassen, ein Beweis für die Richtigkeit der Deckenlehre, wie er nicht besser erbracht werden kann.

Zwischen Wertach und Halblech treten an der Schubfläche zwischen ostalpinem Flysch und Helvetikum sicher noch weitere Schubfetzen auf; leider gestattete aber die intensive Verhüllung der Schubfläche mit Gehängeschutt nicht, weitere Funde in dieser Hinsicht zu machen.

Beiderseits der Schubfläche zeigen sowohl die Schichten des Helvetikums wie des ostalpinen Flysches die größten Unregelmäßigkeiten im Streichen und Fallen. Diese Erscheinung war bereits Reiser trotz sonstiger Unkenntnis der Sachlage aufgefallen, weshalb er hier eine „umfassende Störungslinie“ annahm (15).

So beträgt das Streichen der Schichten an der Schubfläche sehr oft N 70 W, die Reisersberger Sandsteine auf und in der Umgebung des Edelsberggipfels streichen z. B. in dieser Richtung. Auch sonst findet sich diese Streichrichtung sehr häufig.

Beiderseits der Schubfläche stoßen die verschiedensten Schichten zusammen, so Reisersberger Sandsteine und Stadschiefer oder weiter im O an deren Stelle Leistmergel. Am Ostende des Edelsberges treten Zementmergel an die Schubfläche heran und werden von dieser schief geschnitten. Zur Ergänzung des tektonischen Bildes treten dann ferner die obenerwähnten fremden Schubfetzen auf.

Ich komme nun im folgenden zur Besprechung der internen Verhältnisse des ostalpinen Flysches.

Der größere Teil desselben besteht, wie ein Blick auf die Karte (Fig. 3) zeigt, aus Reiselsberger Sandsteinen. Die Zementmergel besitzen eine wesentlich geringere Verbreitung. Die Tektonik läßt sich zwischen Wertach und Pfronten — welches Gebiet ich im folgenden kurz als den Edelsbergstock bezeichne — dahin charakterisieren, daß der ostalpine Flysch zwei Sättel von Reiselsberger Sandsteinen mit einer dazwischenliegenden Mulde von Zementmergeln bildet.

Im einzelnen liegen die Verhältnisse naturgemäß nicht so einfach. So treten Zementmergel auch im obersten Reichenbachtobel am Nordrand des ostalpinen Flysches auf, dort eine Mulde bildend, deren Nordflügel durch die Überschiebung amputiert ist.

Ebenso treten am Nordostende des Edelsbergstockes wieder Zementmergel in der gleichen Position auf, sie werden durch die Schubfläche schräg abgeschnitten. Vielleicht hingen sie früher mit den Zementmergeln im Reichenbachtobel zusammen, eine einheitliche Mulde am Stirnrand des ostalpinen Flysches bildend, die dann aber durch die Überschiebung und durch die Erosion bis auf die heutigen spärlichen Reste entfernt wurde.

Die Reiselsberger Sandsteine des Edelsbergstockes werden durch eine Mulde von Zementmergeln in zwei Teile zerlegt. Der nördliche Zug bedingt den Kamm des Edelsbergstockes, in ihm folgt der Grat mit den Erhebungen Reuterberg, Edelsberg, Auf der Sulze.

Südlich folgt auf diesen Zug die Hauptmulde der Zementmergel. Ihr folgt die morphologisch so deutliche Terrasse, die den ganzen Edelsbergstock auf seiner Südseite in halber Höhe durchzieht. Am Westende des ostalpinen Flysches ist diese Mulde zunächst noch ziemlich schmal (100 — 150 m Breite), verbreitert sich dann im Gebiet des Buchwaldtobels durch Verschmelzen mit kleineren Mulden, die sich südlich von ihr einstellen. Im Gebiet des Höllbachs erreicht die Mulde dann ihre größte Breite mit fast 1 km. Im Gebiet des Gundbaches zerschlägt sich ihr südlicher Teil in zwei kleinere Mulden, die infolge des Abbruches des Gebirges zum Pfrontener Tal in die Luft ausstreichen. Oberhalb Röffleiten besitzt die Hauptmulde noch eine Breite von zirka 400 m, nach O liegt auch ihre weitere Fortsetzung infolge des Abbruches in der Luft.

Ebenso streicht sie am Westende des ostalpinen Flysches oberhalb Jungholz frei aus.

Südlich der großen Zementmergelmulde folgt dann der südliche Zug der Reiselsberger Sandsteine, den steileren Abfall des Gebirges zum Vilstal bedingend.

Während die Reiselsberger Sandsteine meist einförmig nach irgendeiner Seite hin einfallen, zeigen die Zementmergel die größten Faltungen und Stauchungen. Über das Lagerungsverhältnis beider Gruppen zueinander bin ich bereits im stratigraphischen Teil näher eingegangen.

Was nun die Faltung der ganzen Zone anbelangt, so zeigt sich — ich verweise auf die beigegebene Profilsérie durch den Edelsberg

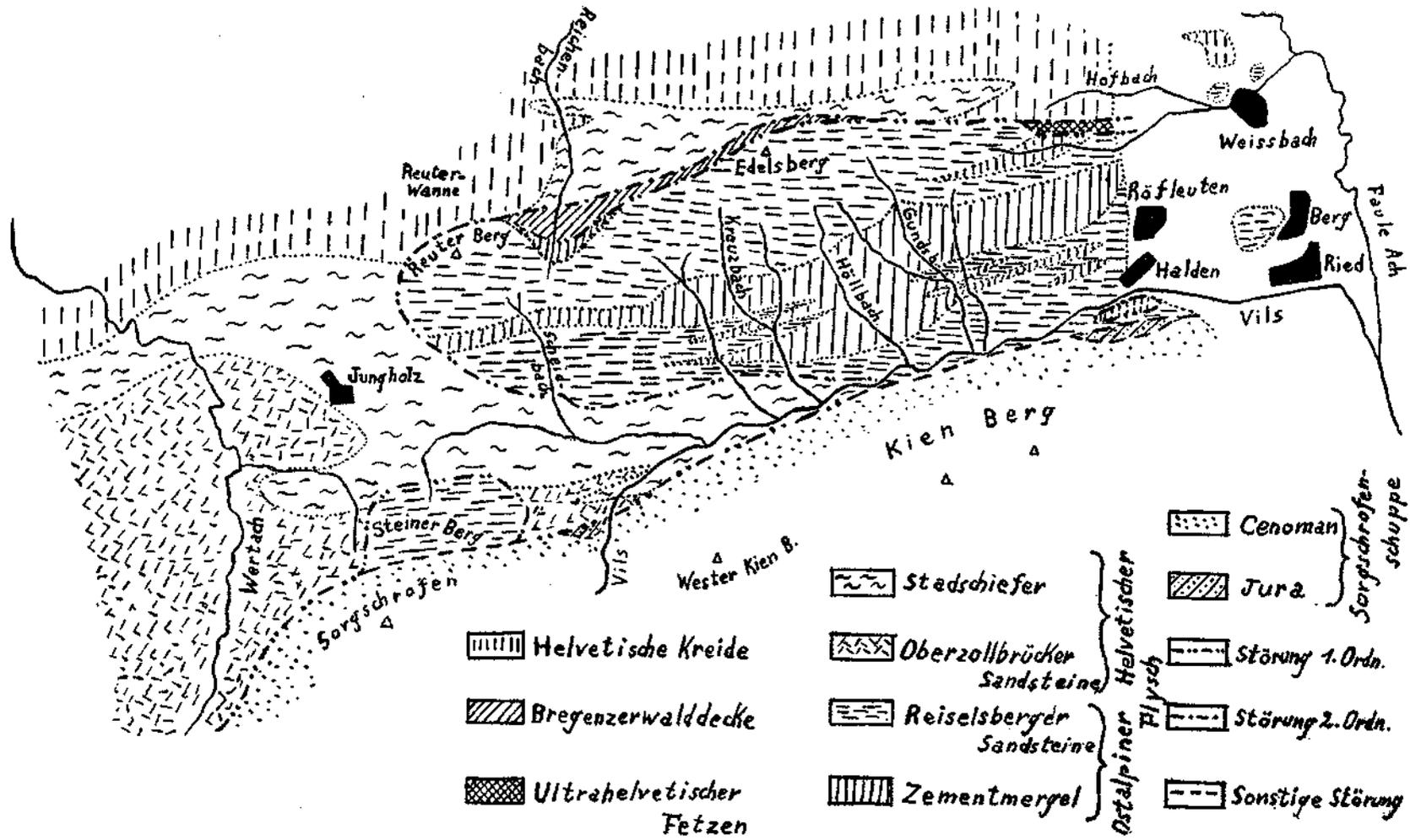


Fig. 3. Geologische Karte des Edelsbergstockes. 1:60.000

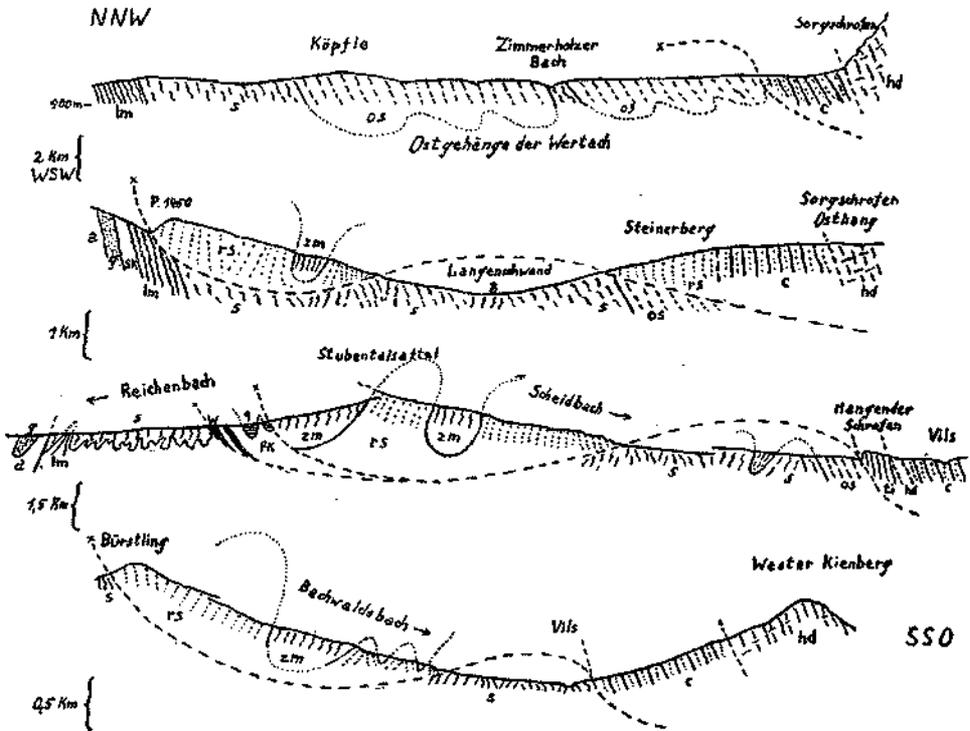


Fig. 4.

Profilsérie durch den westlichen Teil des Edelsbergstockes. 1 : 40.000.  
 (Die Kilometerzahlen links geben die Entfernung der einzelnen Profile voneinander an. Fortsetzung Fig. 5.)

(Fig. 4, 5) —, daß nur wenige normale Falten vorhanden sind. Die Falten schauen größtenteils alle nach S, sind also, genau wie in der helvetischen Zone, nach S überkippt.

So kommt es, daß die ganzen Schichten des ostalpinen Flysches im Edelsbergstock — von lokalen Kleinfältelungen abgesehen — einheitlich ziemlich steil nach N einfallen. Dieser Rückstau nach S sowohl des Helvetikums wie auch des ostalpinen Flysches muß wohl einer letzten Druck- und Anpressungsphase an die nördlich davorliegende stauende Molasse zugeschrieben werden.

Helvetikum und ostalpiner Flysch zeigen in dieser Hinsicht die gleiche Tektonik, die sich weiter südlich in der kalkalpinen Zone rasch verliert. Hier äußert sich der Rückstau nur noch in der Steilstellung der Schubflächen, die erst mit dem Einsetzen des ostalpinen Flysches beginnt.

Infolge des Rückstaus ist es Reiser nicht gelungen, die Tektonik der Flyschzone zu entwirren. Er betrachtete deshalb die beiden Züge von Reisersberger Sandstein im Edelsbergstock als verschiedenartig, indem er den nördlichen Zug als jünger betrachtete wie den südlichen Sandsteinzug, eine Auffassung, die bei dem fast durchweg einheitlichen Nordfallen der ganzen Zone leicht möglich ist. Diese Auffassung wird aber rasch widerlegt einmal durch die Spezialfalten z. B. im Buchwalds- oder Zerrlochbach, das andere Mal besonders aber durch das

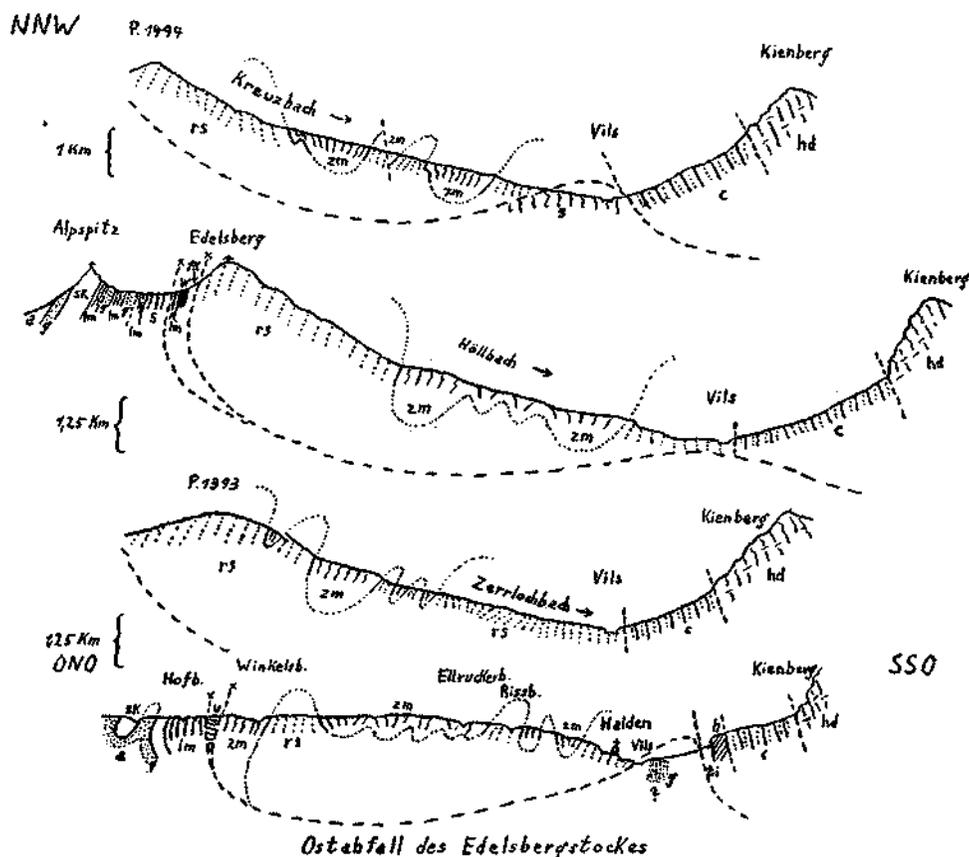


Fig. 5.

Profilsérie durch den mittleren und östlichen Teil des Edelsbergstockes 1:40.000  
*a* Apt, *g* Gargasien, *sk* Seewerkalk, *lm* Leistmergel, *s* Stadschiefer, *os* Oberzollbrücker Sandsteine; *w* Wildflysch, *fk* Flyschkalkzone, *q* Quarzitzzone; *u* ultrahelvetischer Schieferungen; *rs* Reiselberger Sandsteine, *zm* Zementmergel; *hd* Hauptdolomit, *k* Hierlatzkalk, *tt* Tithonkalk, *c* Cenoman.

Auftreten der bunten Zwischenschichten, die deutlich zeigen, daß es sich jedesmal um die gleichen Sandsteine und die gleichen Zementmergel handelt.

Der Rückstau zeigt sich vielfach auch in der Spezialfaltung der Zementmergel in sehr schöner Weise. Fig. 6 zeigt ein solches Faltenbild aus dem Winkelsbach westlich Weißbach.

Sehr spärliche Aufschlüsse bietet das große Gebiet der Füssener Bucht zwischen dem Edelsbergstock im W und dem Ammergebirge im O (Fig. 7).

Die Zementmergel fehlen im westlichen Teil der Bucht ganz, allein im östlichen Teil treten sie wieder auf. Die Aufschlüsse in der ganzen Füssener Bucht sind außerordentlich spärlich, nur einige wenige Hügel ragen mit anstehendem Gestein aus der mächtigen diluvialen Bedeckung hervor.

Der Zusammenhang mit dem Flysch des Edelsbergstockes wird gewahrt durch die kleinen Hügel von Reiselberger Sandsteinen bei Pfronten-Berg und Pfronten-Weißbach.

Die nächsten größeren Aufschlüsse, ebenfalls von Reiselsberger Sandsteinen, finden sich in dem deutlichen Höhenzug, der von Kreuzegg hinüber nach Zell und Dolden streicht. Die Schichten fallen zuerst steil nördlich, weiter südlich steil nach S ein. Es scheint dadurch eine Antiklinale angedeutet zu sein, die sich durch die ganze Füssener Bucht hindurch — soweit die Aufschlüsse dies erkennen lassen — verfolgen läßt. Sie dürfte dem nördlichen Zug der Reiselsberger Sandsteine im Edelsbergstock entsprechen.

Die Grenze gegen die unmittelbar vorliegende helvetische Zone ist leider nirgends aufgeschlossen, östlich Zell folgen nördlich auf die Reiselsberger Sandsteine Leistmergel (Pröbstener Schichten), es herrschen also noch die gleichen Verhältnisse wie am Ostende des Edelsbergstockes vor. Die Schubfläche ist durch eine Reihe von mehr oder minder großen Quellen wohl markiert.

Südlich dieses Zuges von Reiselsberger Sandsteinen liegen noch einige kleine Flyschhügel südlich und südöstlich von Holz und bei dem Gehöft Gschrift, die Schichten fallen fast durchweg gegen S ein.

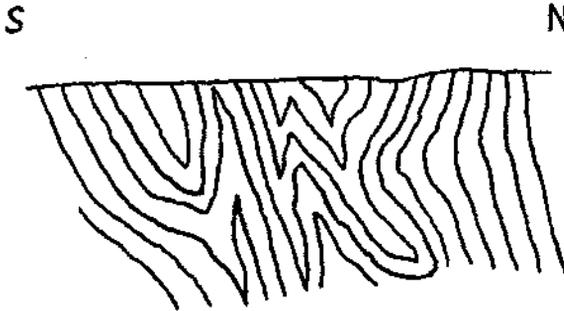


Fig. 6.

Die nächsten Aufschlüsse liegen dann erst wieder östlich des Hopfensees.

Vom Edelsbergstock zur Füssener Bucht hin herrscht ein beträchtliches Fallen aller tektonischen Achsen, sowohl im Helvetikum wie in der ostalpinen Flyschzone, das 15—25° nach O beträgt.

Ebenso fallen auch die Achsen der kalkalpinen Schuppen und Decken nach O beträchtlich zum Lech hin ab, wie Ampferer zum erstenmal gezeigt hat (2) und wie es die Untersuchungen von Kockel und mir ebenfalls ergeben haben (14).

Durch die in der Füssener Bucht stattgehabte Erosion (vgl. im morphologischen Abschnitt) wurden die hangenden Zementmergel entfernt, sodaß die Reiselsberger Sandsteine überall den unmittelbaren Untergrund der Füssener Bucht bilden, wie die eben erwähnten isolierten Flyschhügel zeigen.

Erst im östlichen Teil der Bucht treten zum erstenmal wieder Zementmergel auf, die infolge des andauernden Achsenfallens hier in so tiefe Lage gebracht wurden, daß sie der Erosion durch den Lechgletscher wenigstens teilweise noch entgehen konnten. Es zeigt sich so, daß das Tiefste der Depression unmittelbar nördlich von Füssen beiderseits des Lechs liegt, daß also der Lech selbst dieser Depressionszone folgt.

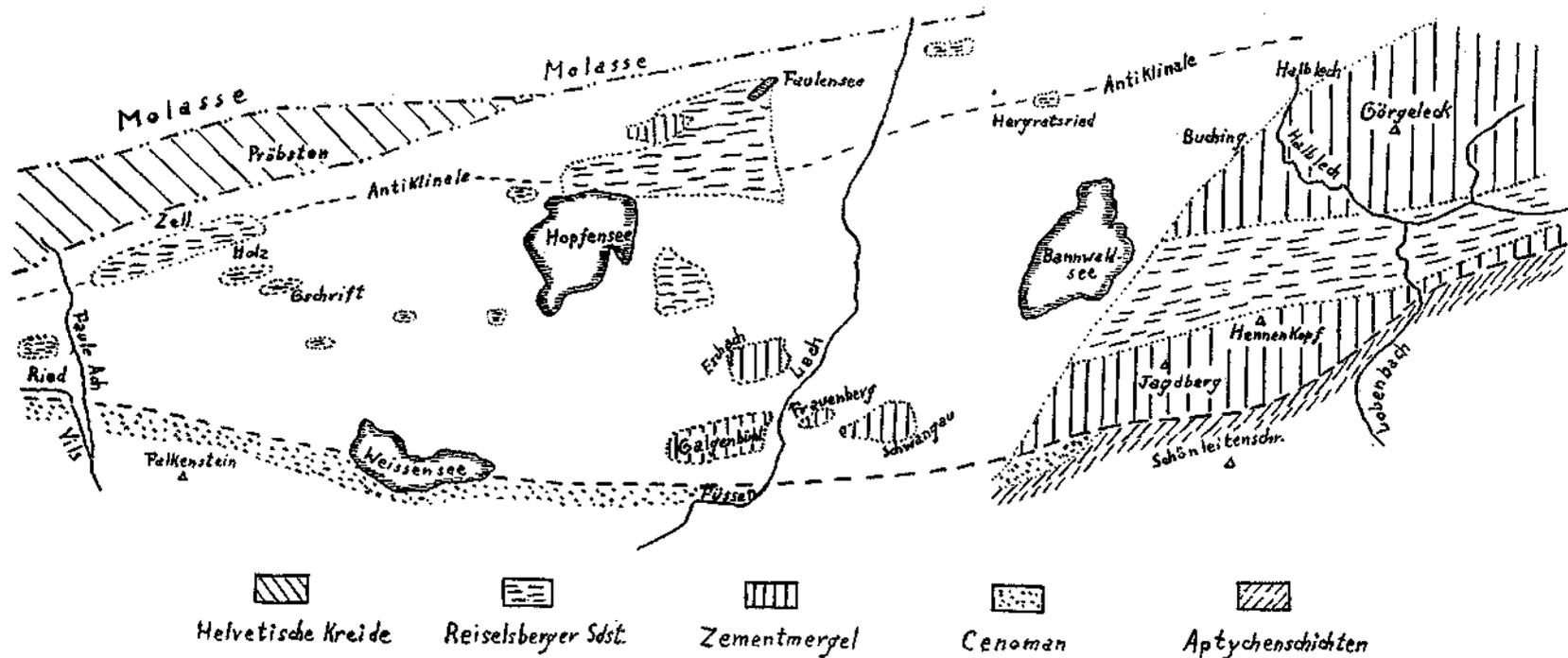


Fig. 7.  
Geologische Karte der Füssener Bucht und des westlichen Ammergebirges. 1 : 125.000.

Die Zementmergel sind hier aufgeschlossen nördlich von Füssen am Galgenbühl, steil südfallend, dann weiter nördlich bei der Achmühle und bei Eschach, hier ebenfalls südfallend.

Östlich des Lechs bestehen die kleinen Hügel bei Frauenberg und bei Schwangau in der Fortsetzung des Galgenbühls aus südfallenden Zementmergeln.

Östlich und nordöstlich vom Hopfensee sind Aufschlüsse in größerer Zahl vorhanden, die aber fast durchweg nur Reiselsberger Sandsteine zeigen. Diese fallen zuerst am See steil südlich ein, weiter nördlich aber nach N. Es scheint sich also um die Fortsetzung der Antiklinale zu handeln, die von Weißbach über Kreuzegg-Zell nördlich vom Hopfensee vorbeistreicht, die Punkte liegen auch alle genau im Streichen. Genauer lässt sich bei den mangelhaften Aufschlüssen nicht feststellen (Fig. 8).

Zwischen dem Hopfen- und dem kleinen Faulensee folgt nördlich auf diese Antiklinale eine schmale Mulde von Zementmergeln, die in einzelnen Tobeln westlich vom P. 906 aufgeschlossen sind. In der Umgebung des Faulensees besteht dann das ganze Gelände wieder aus Reiselsberger Sandsteinen.



Fig. 8.

Profil durch die Füssener Bucht. 1 : 50.000.

rs Reiselsberger Sandsteine, zm Zementmergel, c Cenoman.

Jenseits der Füssener Bucht erhebt sich das Flyschgebirge wieder zu den nördlichen Vorlagen des Ammergebirges, indem es sich zu genau so beträchtlichen Höhen wie im Edelsbergstock erhebt.

Doch ist östlich der Füssener Bucht im Ammergebirge plötzlich ein ganz anderer Bauplan vorhanden wie westlich der Bucht im Edelsbergstock. Es hat sich nicht nur rein äußerlich die Breite der ganzen Flyschzone geändert, indem diese von nur 2 km im Edelsbergstock auf 6 km in der östlichen Füssener Bucht und im Ammergebirge angewachsen ist, sondern auch die Tektonik hat sich völlig geändert.

So treten vom Beginn des Ammergebirges an bis über das Halblechtal hinaus eine axiale Sandsteinzone mit zwei Muldenzügen von Zementmergeln nördlich und südlich dieses mittleren Sattels auf.

Die südliche Mulde streicht östlich Schwangau über den Jagdberg-Hennenkopf ins mittlere Lobental und südlich vom Halblechtal weiter, während der axiale Sandsteinsattel vom Bannwaldsee zwischen dem Buchberg und nördlichen Hennenkopf zum Halblechtal zieht, diesem weiter gegen O folgend. Die Zementmergel der südlichen Mulde sind die unmittelbare Fortsetzung der Zementmergel vom Galgenbühl bei Füssen und den Hügeln von Schwangau. Der axiale Sandsteinsattel taucht infolge des nunmehr herrschenden Achsensteigens nach O — infolgedessen sich das Flyschgebirge wieder erhebt — unter den Zementmergeln der Umgebung Füssens hervor.

Die nördliche Zementmergelmulde beginnt südwestlich Buching und streicht durch das untere Halblechtal über den Mühlchartenkopf und Görgeleck ins Hohe Trauchgebirge.

Ein gutes Profil durch die ganze Flyschzone bietet das Halblechtal vom Ort Halblech an aufwärts bis zur Mündung des Lobentals und dieses selbst in der Klamm (Fig. 9).

Vom Ort Halblech an bis „Im Laich“ (vor der Einmündung des Lobentals) führt der Weg durch die Zementmergel der nördlichen Mulde mit prachtvollen Aufschlüssen. Die Zementmergel sind hier — im Gegensatz zum Edelsbergstock — schon typisch als „Zementmergel“, genau wie bei Tegernsee oder Schliersee, entwickelt. Sie sind sehr stark spezialgefaltet. Bei „Im Laich“ liegen sie mit Nordfallen über Reiselsberger Sandsteinen.

Im untersten Lobental sind dann südfallende Reiselsberger Sandsteine gut aufgeschlossen, über die sich vor der Klamm die Zementmergel des südlichen Muldenzuges legen.

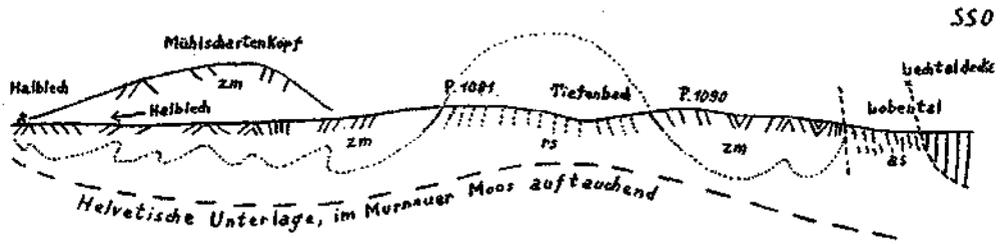


Fig. 9.

Profil durch das westliche Ammergebirge. 1 : 50.000.

rs Reiselsberger Sandsteine, zm Zementmergel, as Aptychenschichten.

Weiter südlich stoßen diese dann an rote und graue Aptychenschichten, doch war die Grenze im Sommer 1922 leider durch große Gehängerutschungen und Schlipfe völlig überdeckt, die vom Westgehänge herunterkamen und z. T. noch den Bach zudeckten, wie überhaupt im Sommer und Herbst 1922 überall das ganze Flyschgehänge in Bewegung war. Die Begehung des Weges durch die Klamm war außerordentlich mühevoll und gefährlich, da der ganze Weg mit Ausnahme kurzer Strecken völlig verschüttet und verrutscht war.

Die Zementmergel fallen nördlich der Grenze steil gegen N ein und sind stark gefaltet, die Aptychenschichten südlich der Grenze fallen ebenfalls steil nördlich ein oder stehen senkrecht.

Durch die im Halblechtal gefundenen Ergebnisse ergibt sich nun klar der Zusammenhang mit dem von Hahn aufgenommenen östlichen Ammergebirge (10).

Dort fand Hahn einen axialen Sandsteinzug, an den sich beiderseits breite Mulden von Zementmergeln anschließen. Es stimmt das ganz genau mit den von mir im westlichen Ammergebirge gefundenen Verhältnissen überein.

Der Normalbau der südbayrischen Flyschzone beginnt also am Ost-rand der Füssener Bucht.

Die nördliche Zementmergelmulde streicht von Buching über Görgeleck — Wolfskopf—Maulkopf—Hohe Bleich—Wildfeuer Berg—Hoch Schergen und über das Ammertal hinüber zur Hörnlegruppe im östlichen Ammergebirge.

Der mittlere Sandsteinzug streicht vom Bannwaldsee über Reiselberger Hütte—Schwarzenbach—Gsimseck zum Aschauer Berg und Windwurfleck jenseits des Ammertales.

Die südliche Zementmergelmulde streicht von Schwangau über Jagdberg—Hennenkopf, dann südlich von Wanngraben—Klammgraben und an Unterammerrgau südlich vorbei hinüber zur Aufackergruppe im östlichen Ammergebirge.

Den größten Raum nimmt die nördliche Zementmergelmulde ein, die den ganzen Zug der „Hohen Trauchberge“ bildet und hier eine Breite von 5 km erreicht. Weiter gegen O zu verschmälert sich die Mulde allmählich.

Der axiale Sattel der Reiselberger Sandsteine ist ziemlich schmal, seine Breite beträgt nur 1—2 km. Nur am Abfall des östlichen Ammergebirges zum Murnauer Moos verbreitert er sich auffallend rasch.

Die südliche Zementmergelmulde besitzt zunächst östlich von Schwangau eine Breite von zirka  $1\frac{1}{2}$  km, gegen das Lobental zu verschmälert sie sich aber rasch infolge des stärkeren Vordringens der kalkalpinen Zone nach NO. Unmittelbar östlich vom Lobental beträgt die Breite nur noch 200—300 m; dann verbreitert sie sich gegen O ganz allmählich, um in der Aufackergruppe die größte Breite von zirka 2 km zu erreichen.

Es bleibt noch übrig, kurz das Verhalten der helvetischen Zone zu skizzieren. Sie zeigt das gleiche Achsenfallen zur Füssener Bucht hin wie der ostalpine Flysch, bricht aber dann nicht wie dieser zur Bucht hin plötzlich ab, sondern bildet den nördlichen Abschluß der Bucht in deren westlichem Teil. Helvetischer Flysch (Stadschiefer) tritt zum letztenmal im mittleren Steinebachtobel auf, weiter östlich ist kein helvetischer Flysch mehr vorhanden. Allein die Kreide übersetzt das Pfrontener Quertal und bildet jenseits desselben den Höhenrücken von Rehbichl, der weiter im O. die Ruinen von Eisenberg und Freyberg trägt.

Dann taucht die helvetische Kreide an der Füssener Bahnlinie bei Weizern unter die diluvialen Aufschüttungen unter, um sich nicht wieder zu erheben, die Grüntendecke bleibt zunächst verschwunden. Der ostalpine Flysch überfährt sie und reicht — wie die Verhältnisse im Ammergebirge lehren — bis unmittelbar an die Molasse heran.

Erst im östlichen Ammergebirge finden sich wieder die ersten Spuren der Grüntendecke. Fetzen von Nummulitenkalk und oberer Kreide finden sich dort vereinzelt an der Grenze von ostalpinem Flysch und Molasse.

Im großen Ausräumungsbecken des Murnauer Moores ist der ostalpine Flysch dann so weit erodiert, daß die helvetische Kreide darunter wieder hervorkommt, die isolierten Hügel inmitten des Moores aufbauend. Hahn <sup>(10)</sup> hat zum erstenmal ältere helvetische Kreide in diesen Hügeln nachgewiesen, die mit dunklen bräunlichen Mergeln und

Kalken beginnt, die unter Aptkalken liegen und zweifellos den Drusbergschichten entsprechen. Die Bildungen des Aptien und Albien (falls dieses vorhanden und nicht auch Gargasien ist) lassen sich nicht ohne weiteres mit den entsprechenden Bildungen bei Pfronten vergleichen.

Das Murnauer Moos zeigt sehr schön und einwandfrei, wie die helvetische Kreide unter dem ostalpinen Flysch liegt; so wie das Helvetikum im W unter den ostalpinen Flysch untertaucht, so taucht es hier infolge der Abtragung des Flysches wieder auf. Die tektonische Überlagerung geht schon daraus hervor, daß die verschiedensten Stufen des Helvetikums mit dem Flysch in Berührung kommen.

### E. Der Zusammenhang von Flysch und Kalkalpen.

In dem westlichen Teil des behandelten Gebietes zwischen dem Wertachtal und der Füssener Bucht stößt der ostalpine Flysch überall an das Cenoman der Allgäudecke an. Die direkte Grenzfläche ist leider nirgends aufgeschlossen. Wohl gibt Reiser auf seiner Karte einen scharfen Kontakt von Flysch und Cenoman bei der Schocherssäge im Vilstal an, doch dürfte es sich bei dem „Flysch“ dort ebenfalls um Cenoman handeln. Es stoßen an dieser Stelle sehr mächtige grobe Riesenbreccien des Cenomans (aus Hauptdolomittrümmern bestehend) mit scharfer Grenze an graue kalkige Mergel, die reichlich Algen führen. Eingelagert sind in diesen Mergeln bis 10 cm dicke Bänke von harten kristallinen Kalkbreccien. Der ganze Komplex streicht N 90° O, die Schichten stehen senkrecht. Ich halte diese Mergel nicht für Flysch, sondern ebenfalls wie die Breccien für Cenoman.

Die Grenze zwischen Cenoman und Flysch dürfte, wie aus der Lagerung der Schichten überall hervorzugehen scheint, steilstehend oder vertikal angenommen werden.

Ob die Grenze normal oder tektonisch ist, konnte ich leider nirgends feststellen; es ist nicht ausgeschlossen, daß sie vielleicht normal ist, da ja die Reiselberger Sandsteine der nächstjüngere Horizont nach dem Cenoman ist, ja vielleicht sogar teilweise diesem noch entsprechen.

Den Verhältnissen nach scheint sie mir aber doch vorwiegend tektonischer Natur zu sein, eine Störungslinie in der Fortsetzung des Fensters von Jungholz dürfte beide trennen. An dieser Linie treten auch die eingeschuppten Hierlatz- und Tithonkalke am Rappenschrofen im vorderen Vilstal bei Pfronten auf.

Nordöstlich derselben fand ich, unmittelbar südlich der Vils, mittelkörnige quarzitisches Glaukonitsandsteine, die sich zwischen Reiselberger Sandsteine und Cenoman einschieben. (Auf der Karte von Reiser als Flysch bezeichnet, westlich der Bläsmühle.) Dem Flysch sind diese Gesteine nicht zuzurechnen, ich möchte sie am liebsten für helvetischen Brisisandstein halten, der hier fensterartig zutage tritt und genau in der Fortsetzung des Fensters von Jungholz liegt. Der Gesteinscharakter stimmt jedenfalls mit dem des Brisisandsteins überein, ein anderes ähnliches Gestein ist mir sonst nicht bekannt. Weitere Untersuchungen lassen die mangelhaften Aufschlüsse leider nicht zu.

Innerhalb der Füssener Bucht fehlen entsprechende Aufschlüsse naturgemäß gänzlich.

Im Ammergebirge grenzen Aptychenschichten an Zementmergel, hier liegt eine Störungslinie zwischen beiden, an der die Reiselsberger Sandsteine und das Cenoman, das östlich von Schwangau zuerst noch vorhanden ist, ausfallen. Als echte Überschiebung möchte ich aber diese Störungslinie nicht bezeichnen, ich halte sie eher für eine scharfe Anpressungslinie, längs der die fehlenden Horizonte ausgewalzt sind.

Ein unmittelbarer stratigraphischer Zusammenhang von ostalpinem Flysch mit Schichten der kalkalpinen Zone ist in meinem Gebiet nirgends vorhanden, wenn man von den kalkalpinen Geröllen absieht, die in den Reiselsberger Sandsteinen stecken.

Da die Reiselsberger Sandsteine so lange Zeit an Cenomanbildungen anstoßen, kann man daraus schließen, daß beide in irgendeinem Zusammenhang zueinander stehen. Entweder sind die Reiselsberger Sandsteine jünger wie das Cenoman oder sie sind eine diesem entsprechende, weiter nördlich abgelagerte Bildung. Für die letztere Auffassung würde die auffallende Ähnlichkeit gewisser Flyschkonglomerate Südbayerns mit den cenomanen Konglomeraten sprechen. Die in Südbayern fast überall am Südrand der Flyschzone vorhandenen Flyschkonglomerate konnte ich im Gebiet Wertach und Halblech nirgends finden; Böse <sup>1)</sup> erwähnt zwar solche Konglomerate westlich vom Lobental, doch konnte ich dort nichts anstehend davon finden, lediglich einige herumliegende Brocken scheinen die Existenz des Konglomerates dort anzudeuten. Dabei bleibt aber die Stellung des Konglomerates westlich vom Lobenbach ganz ungeklärt, da es sich ohne Aufschlüsse nicht feststellen läßt, ob das Konglomerat dem Flysch oder dem echten Cenoman, das wenig weiter westlich ansteht, zuzurechnen ist.

Auffallend bleibt auf jeden Fall die Tatsache, daß das Flyschkonglomerat sich erst da einstellt, wo die der Allgäudecke zugehörige breite Cenomanzone des Allgäus nach O verschwindet. Man könnte so an eine Vertretung des Cenomans durch dieses cenomanähnliche Flyschkonglomerat denken. Dann würden aber auch die Reiselsberger Sandsteine zum größten Teil dem Cenoman angehören. Eine so große Menge klastischen Materials setzt aber zu seiner Entstehung auch unbedingt gewisse vorhergegangene tektonische Bewegungen voraus, die man vielleicht in der vorgosauischen Faltung erblicken könnte, die ja auch die klastische Sedimentation von Cenoman und Gosau verursacht hat.

Als die Folge dieser mittelkretazischen Bewegungen muß man wohl auch die einsetzende Sedimentation des ostalpinen Flysches ansehen, der ganz folgerichtig zunächst aus grobklastischen Sedimenten, eben den Reiselsberger Sandsteinen, besteht, auf die dann erst später vermutlich als Folge der Transgression des Campanien die feinklastischen Zementmergel folgen.

Daß der Beginn der Sedimentation des ostalpinen Flysches bis in das Cenoman herabreicht, scheint mir durch den Fund des *Acanthoceras Mantelli* Sow. im Flysch des Wiener Waldes <sup>(20)</sup> eine gewisse Bestätigung zu erfahren.

1) Böse, E. l. c.

In diesem Falle sind dann die ostalpinen Sedimente: Cenoman—Gosau—Flysch korrespondierende und z. T. altersgleiche Sedimente. Gosau und Flysch entsprechen sich auf alle Fälle.

Sind die Reiselsberger Sandsteine in ihrer Gesamtheit jünger wie Cenoman, dann muß es sich bei ihrem Material z. T. wenigstens um wiederaufgearbeitetes Cenoman handeln, so daß wir in beiden gleiche Bestandteile finden können.

Weiter will ich auf diese interessanten Fragen nicht eingehen, da sie augenblicklich noch nicht zu lösen, sondern vorläufig nur problematisch zu behandeln sind; kein Wunder, wo die Erkennung der ostalpinen Zugehörigkeit des südbayrisch-österreichischen Flysches noch eine ganz neue Entdeckung ist.

### F. Das Westende des ostalpinen Flysches.

Ich habe oben beschrieben, wie der ostalpine Flysch plötzlich östlich über der Wertach einsetzt, nach W also frei in die Luft ausstreicht.

So unvermittelt diese Erscheinung zunächst auch aussieht, so hat sie doch ihre Äquivalente. Die ganze oberostalpine Deckenmasse zieht sich vom östlichen Allgäu an nach SW zurück bei starkem Axialgefälle von W nach O. Infolgedessen heben sich ihre einzelnen Schuppen nach W in die Luft hinaus. Das beste Beispiel hiefür bietet ja die Hindelanger Gegend, wo man die einzelnen Randschuppen der Allgäudecke nach W in die Luft hinausstreichen sieht.

Ebenso verschwindet auch das ostalpine Cenoman zusammen mit der ersten kalkalpinen Schuppe nach W, und daß die ostalpine Flyschzone, die ja auch nur eine Randschuppe der Allgäudecke ist, sich diesem Verhalten der übrigen Schuppen anschließt, ist nichts weiter wie das ganz normale Verhalten, bedingt durch westliches Achsensteigen und Erosion.

Weiter im W habe ich noch keine Klippen von ostalpinem Flysch in helvetischem Gebiet auffinden können. Es scheint mir aber sicher zu sein, daß solche Klippen vorhanden sind. Ich erinnere mich noch von früheren Exkursionen in die Umgebung der Allgäu—Vorarlberger Klippen — ich wußte damals noch nichts von einem ostalpinen Flysch — an auffallend grobkörnige bunte Sandsteine, die nur Reiselsberger Sandsteine sein können.

Ebenso fand ich früher die gleichen Sandsteine, z. T. auch größere Konglomerate, in dem Flyschzug, der auf der östlichen Seite des Illertales vom Imberger Horn über Sonnenkopf—Schnippenhorn gegen Oberstdorf streicht.

Es scheinen also auch außerhalb des Westendes des ostalpinen Flysches noch einzelne isolierte Klippen desselben zu liegen. Wahrscheinlich befinden sich solche auch noch in größerer Ausdehnung im Gebiete des Wertacher Hörnles westlich der Wertach, wo leider ein intensiver Waldbestand näheren Untersuchungen feindlich entgegentritt.

### G. Die Morphologie des Gebietes.

Diese wird beherrscht durch eine der auffallendsten Erscheinungen am ganzen Alpenrand: durch die Füssener Bucht.

Während sonst dem eigentlichen Hochgebirge (über 2000 *m*) eine meist sehr breite Zone von Vorbergen vorgelagert ist, die den Gegensatz zwischen Alpen und Vorland etwas mildert, tritt zwischen Füssen und Pfronten die Ebene unmittelbar an das Hochgebirge heran, das sich sofort auf über 2000 *m* Höhe erhebt. Ich erinnere nur an das Brentenjoch (2001 *m*) bei Pfronten und an den Säuling (2048 *m*) bei Füssen, wo diese Erscheinung besonders gut hervortritt. Das Hochgebirge erhebt sich unmittelbar aus der Hochebene, 1200—1300 *m* hoch.

Auf dieser Erscheinung beruht der hervorragende landschaftliche Reiz der Gegend von Pfronten und Füssen und nicht viele Alpenansichten bieten das, was z. B. ein Blick vom Hopfensee über die Füssener Bucht hinweg auf die Alpenkette bietet. Gerade vom Hopfensee aus — inmitten der Füssener Bucht — zeigt sich in prachtvoller Weise das Fehlen der Vorbergzone. Nur eine kümmerliche einzige Rippe — der Falkensteinzug — schiebt sich zwischen Pfronten und Füssen noch vor das eigentliche Hochgebirge.

Der Blick vom Hopfensee zeigt aber auch, daß beiderseits der Füssener Bucht die Vorbergzone in breiter Ausdehnung vorhanden ist. Das Flyschgebirge des Edelsbergstockes bricht aber bei Pfronten plötzlich ab und erhebt sich erst wieder nach einer Unterbrechung von fast 20 *km* jenseits der Bucht zur nördlichen Vorlage des Ammergebirges.

Die Erscheinung der Füssener Bucht tritt so morphologisch sehr scharf hervor; man hat den Eindruck, als wäre aus dem Flyschgebirge, das die stattlichen Höhen von über 1600 *m* erreicht, ein großes Stück halbkreisförmig herausgeschnitten. Sehr gut lassen sich diese Verhältnisse auch vom Edelsberg, vom Falkenstein oder von der Landstraße nordöstlich Füssen am Bannwaldsee überschauen.

Meine Untersuchungen haben nun ergeben, daß die Anlage der Bucht tektonisch bedingt ist, freilich nicht durch Einbrüche, wie man das im ersten Augenblick anzunehmen geneigt sein könnte.

Ich habe oben bei der Tektonik hervorgehoben, daß vom Edelsberg her ein starkes Fallen der Achsen stattfindet, die ganzen Elemente senken sich also im Streichen zur Füssener Bucht hin ab, während sie vom Lech an wieder nach O ansteigen.

Es bestand also von vornherein im Bereiche der heutigen Bucht eine Depressionszone, in der die weichen Zementmergel viel tiefer herabreichten als in den Gebieten beiderseits dieser Depression.

Diese Depression findet sich nicht nur in der Flyschzone, sondern auch in der kalkalpinen Zone in sehr starkem Maße, wie Ampferer bereits betont hat (3).

Der Lauf des Lechs ist durch diese Depression bedingt, er folgt der tiefsten Stelle dieser, besonders in der Flyschzone, wo die tiefste Einwalmung bei Füssen liegt.

Das ausgedehnte Zungenbecken des Lechgletschers kam später genau in den Bereich der Depression zu liegen, wo die weichen Zementmergel einer Erosion nur wenig Widerstand entgegensetzen konnten. Sie wurden deshalb fast völlig entfernt, nur an der tiefsten Stelle der Depression in der Umgebung von Füssen konnten sie sich noch erhalten.

So treten uns heute in der Füssener Bucht fast nur noch die Reiselsberger Sandsteine entgegen, den unmittelbaren Untergrund der Bucht bildend.

Die Erosion des Lechgletschers hat so die schon vorher angelegte Bucht herausgearbeitet, die Gegensätze verschärft, indem im trichterförmig ausgeweiteten Zungenbecken die beiderseitigen Gebirgsränder im Edelsbergstock und im Ammergebirge scharf abgeschnitten sind. Die Zementmergelmulden des Edelsbergstockes erreichen so nicht mehr den Boden des Pfrontener Tales, sondern enden in halber Höhe über dem Tal, ihre Fortsetzung ist entfernt. Erst bei Füssen erreicht diese den Boden der Bucht.

Am Schlusse nun noch einige Bemerkungen zur Morphologie des Edelsbergstockes.

Das Flyschgebiet hebt sich recht deutlich gegen die nördlich vorgelagerte helvetische Zone ab. Durch die Verschiedenartigkeit der einzelnen Kreidestufen hat diese ein außerordentlich wechselndes Relief, das ja überall in der Schweiz wie im Bregenzerwald die hohen landschaftlichen Reize des Helvetikums hervorruft.

Im Gegensatz dazu stehen die mächtigen eintönigen Flyschhorizonte, die dem Gebirge eine große Gleichmäßigkeit des Reliefs verleihen. Felswände fehlen überhaupt so gut wie ganz, dazu kommt bei der Gleichartigkeit des Gesteins auch eine gleichmäßige Bedeckung mit Vegetation, die jedem Geologen, der einmal im Flyschgebirge war, wohl bekannt ist.

So unterscheiden sich auch im Edelsbergstock die helvetische Kreide und der Flysch scharf voneinander.

Demjenigen, der durch das Vilstal wandert oder von da auf den Edelsberg steigt, fällt auf der Südseite des Stockes eine deutliche Terrasse auf, die vom Ostende des Stockes bei Rölfleiten bis hinüber gegen Jungholz zieht.

Diese Terrasse ist bedingt durch die Zementmergelhauptmulde, die den ganzen Edelsbergstock durchzieht. Über der Terrasse setzt ein steiler Anstieg zum Kamm des Edelsbergstockes ein, bedingt durch den nördlichen Zug der Reiselsberger Sandsteine.

Die Terrasse tritt auch dadurch noch deutlicher heraus, daß sie vielfach Wiesenflächen trägt, während mit dem Beginn des steileren Anstiegs ein dichter Fichtenwald sich einstellt.

Unterhalb der Terrasse fällt der Edelsbergstock steiler zum Vilstal ab, bedingt durch den südlichen Zug der Reiselsberger Sandsteine.

Auffallend ist auch die Senke von Langenschwand—Jungholz, die genau dem Fenster von Jungholz folgt. Dort greifen die sehr weichen Stadschiefer zwischen den harten Reiselsberger Sandsteinen nach O in das Vilstal ein, einer Erosion nur wenig Widerstand bietend. Wie Reiser<sup>(15)</sup> nachweisen konnte, floß ein Zweig des sich weiter im N stauenden Wertachgletschers durch diese Senke zum Vilstal hin ab.

Nördlich der Senke erhebt sich steil der Reuterberg, dem plötzlichen Einsetzen des ostalpinen Flysches mit Reiselsberger Sandsteinen entsprechend, während sich südlich der Senke ebenfalls ein steilerer Anstieg zur Sandsteinklippe des Steinerbergs vollzieht.

Der Lauf der Vils biegt nach Durchbrechung der verschiedenen kalk-alpinen Schuppen unvermittelt nach ONO gegen Pfronten ab. Er stellt sich zunächst vom „Hangenden Schrofen“ ab auf die Schubfläche zwischen dem ostalpinen Cenoman der Kienbergsschuppe und den helvetischen Gesteinen des Fensters von Jungholz ein; nach dem Ende des Fensters folgt er dann der Grenzfläche zwischen dem Cenoman und dem südlichen Reiselberger Sandsteinzug des Edelsbergstockes. Von Pfronten ab fließt die Vils — bedingt durch die gebirgseinwärts sich allmählich verstärkt geltend machende Erosion des Lechglätschers — wieder gebirgseinwärts, um nach einem schicksalreichen und wechselvollen Lauf endlich den Lech zu erreichen.

Bonn a. Rh., 15. Jänner 1924.

### Literaturverzeichnis.

- (1). Ampferer, O., u. Hammer, W., Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. Jahrbuch. d. k. k. Geol. R. A. Wien 1911.
- (2). Ampferer, O., Zur Tektonik der Vilser Alpen. Verh. d. Geol. Staatsanstalt Wien 1921.
- (3). Boden, K., Geologische Beobachtungen am Nordrand des Tegernseer Flysches. Geogn. Jahresh., 23. Jahrg., München 1920.
- (4). Boden, K., Der Flysch im Gebiete des Schliersees. Ebenda, 25. Jahrg. 1922.
- (5). Boden, K., Tektonische Fragen im bayrischen Voralpengebiet. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1922, Nr. 12 u. 13.
- (6). Cornelius, H. P., Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippenzone. Verh. d. Geol. Staatsanst. Wien. 1921.
- (7). Gumbel, C. W., Geognost. Beschreibung d. bayr. Alpengebirges. Gotha 1861.
- (8). Fink, W., Der Flysch des Tegernseer Gebietes mit besonderer Berücksichtigung des Erdölvorkommens. Geogn. Jahresh. München 1903.
- (9). Hahn, F. F., Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., 64, 1912.
- (10). Hahn, F. F., Weitere Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Ebenda, 66, 1914.
- (11). Heim, Arn., Der Grünten im Allgäu. Festschr. Alb. Heim, Zürich 1919.
- (12). Heim, Arn., Beobachtungen in den Vorarlberger Kreideketten. Ecl. geol. Helv., Vol. 18, 1923.
- (13). Kockel, C. W., Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit, Mitt. d. geol. Ges. Wien 1922.
- (14). Kockel, C. W., u. Richter, Max, Über die Tektonik der Vilser und Hohen-schwangauer Alpen. Verh. d. Geol. Bundesanst. Wien 1924.
- (15). Reiser, K. A., Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu. Geogn. Jahresh. München 1920, 1922, 1923.
- (16). Richter, Max, Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1922, Nr. 8.
- (17). Richter, Max, Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien 1922.
- (18). Richter, Max, Beiträge zur Geologie der helvetischen Zone zwischen Iller und Rhein. Mitt. d. geol. Ges. Wien 1924.
- (19). Steinmann, G., Geol. Beobachtungen in d. Alpen. Teil II, Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg 1905.
- (20). Toulou, F., Ein Ammonitenfund im Wiener Sandstein des Kahlengebirges bei Wien. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1893, Bd. II.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	135
A. Die helvetische Kreide- und Flyschzone . . . . .	136
a) Die Kreide der Grüntendecke östlich der Wertach . . . . .	137
1. Barrême und unteres Apt . . . . .	137
2. Oberes Apt und Albien . . . . .	138
3. Cenoman . . . . .	138
4. Obere Kreide . . . . .	139
b) Der Flysch der Grüntendecke östlich der Wertach . . . . .	140
1. Die Stadschiefer . . . . .	141
2. Die Oberzollbrücker Sandsteine . . . . .	142
c) Der Flysch der Bregenzerwalddecke . . . . .	143
Reichenbachlobel . . . . .	143
Edelsberg . . . . .	145
d) Ultrahelvetische Schubfetzen . . . . .	147
e) Unterostalpine Schubfetzen . . . . .	149
B. Die ostalpine Flyschzone . . . . .	149
1. Die Reiselsberger Sandsteine . . . . .	151
2. Die bunten Zwischenschichten . . . . .	152
3. Die Zementmergel . . . . .	152
C. Die Unterschiede zwischen helvetischem und ostalpinem Flysch . . . . .	156
D. Die Tektonik des Gebietes . . . . .	157
E. Der Zusammenhang von Flysch und Kalkalpen . . . . .	171
F. Das Westende des ostalpinen Flysches . . . . .	173
G. Die Morphologie des Gebietes . . . . .	173
Literaturverzeichnis . . . . .	176

