Ein Beitrag zum geologischen Bau des Wettersteingebirges.

Von

H. Mylius.

Mit Taf. III, IV.

In den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München. 9. 1914 erschien eine Arbeit von mir, betitelt: „Berge von scheinbar ortsfremder Herkunft in den Bayerischen Alpen". Das eine Kapitel derselben befaßt sich mit dem Wettersteingebirge. Ihm ist eine Kartenskizze beigegeben, die nach der in den Geognostischen Jahresheften, XXIII. Jahrgang, 1910 erschienenen geologischen Karte von O. M. Reis und F. W. Pfaff entworfen wurde, welch letztere mir sowohl bei den Begehungen des Geländes wie auch bei der Abfassung genannter Arbeit als Basis diente. Auf die von Reis seiner Karte beigegebenen Erläuterungen und die in ihnen geäußerte Ansicht über den tektonischen Aufbau des Gebirges war ich damals nicht näher eingegangen, da sich meine eigene tektonische Ansicht am ehesten mit der von O. Ampferer zu decken schien. Von diesem Geologen waren kurz zuvor in den Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1912 „Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges" erschienen.

In der genannten Arbeit über scheinbar ortsfremde Berge hatte ich hauptsächlich den südlich des Wettersteinkammes herrschenden tektonischen Verhältnissen Beachtung geschenkt.

Dort haben sowohl Reis wie O. Schlagintweit[1] aus der im Puittal zu machenden Beobachtung der beiderseitigen Überlagerung von Jura- und Neocomgesteinen durch solche der Trias auf das Vorhandensein eines Fensters geschlossen. Nach Schlagintweit soll dieses Fenster, das Reis das „Puitalp-Neocomfenster“ nennt, die Ortsfremdheit fast des ganzen Wettersteingebirges beweisen, weshalb er dasselbe als „Wettersteindecke“ bezeichnet. Indem ich dieses Fenster und mit ihm die Ortsfremdheit der Wettersteindecke nicht anerkannte, nahm ich keinen neuen selbständigen Standpunkt ein, sondern schloß mich im großen ganzen der Ansicht Ampferer's an, der im Wettersteingebirge nur eine lokale Abspaltung vom Nachbargebirge und im Puittal ein durch mehrseitige Schubwirkung nur vorgetäuschtes Fenster erblickt. Damit war mir im Wettersteingebirge für den im Titel meiner Arbeit angedeuteten Zweck derselben im wesentlichen gedient; und die weiteren Ausführungen hatten nur den Zweck, meinen Standpunkt Ampferer gegenüber in den abweichenden Punkten zu begründen.

Ein Unfall im Gebirge, durch den ich mir innere Verletzungen zuzog, veranlaßte mich im Frühjahr 1915 längere Zeit zur Erholung in Garmisch-Partenkirchen zuzubringen. Zwar war ich in dieser Zeit gesundheitlich noch verhindert, in das in den höheren Regionen überdies noch verschneite Gebirge größere Touren zu unternehmen. Aber längs der von Garmisch-Partenkirchen über Kainzenbad, Kaltenbrunn und Klais nach Mittenwald führenden Bahnlinie konnte ich in dem beiderseitigen aperen Gelände einige interessante Lokalstudien machen. Diese und noch einige andere Beobachtungen sind mir heute ein Anlaß, zu Reis' „Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wettersteingebirges“ Stellung zu nehmen, und zwar mit besonderer Berücksichtigung des nördlich des Gebirgskammes gelegenen Geländes.

Nach O. M. Reis sind in der geologischen Entwicklungsgeschichte des Wettersteingebirges, in der dieses sich zu einem Gebirgskörper von alpinem Charakter entwickelte, drei

---

[1] O. Schlagintweit, Die Mieminger Wettersteinüberschiebung. Geol. Rundschau. 3. Heft 2.

Perioden zu unterscheiden: eine Faltungsperiode, eine Erosionsperiode, eine Überschiebungsperiode (l. c. p. 105).

In der ersten Periode, der Faltungsperiode, erzeugten tangentiale Kräfte, und zwar solche mit meridionaler Druckwirkung, ein ostwestlich streichendes Faltensystem.

In der zweiten Periode wurden die Faltenzüge durch Erosion teilweise wieder zerstört. Insbesondere wurde in einem nördlich des Hauptkammes zwischen Hammersbach und dem Hirzeneck gelegenen Gebiet der Aufwölbung dieses bis zu den Partnachschichten und dem Muschelkalk hinab abgetragen (l. c. p. 89, 93, 96, 105).

In der dritten Periode wurde das Faltengebirge wieder von tangentialen Kräften erfaßt, diesmal aber solchen mit äquatorialer Druckwirkung und in Schollen zerrissen, die nach Westen gerichtete Überschiebungen ausführten. „Transversale Schiebungen nach Norden und Süden“, die gleichzeitig mit dieser „longitudinalen Hauptbewegung“ erfolgten, sind nur als „notwendige Begleiterscheinungen“ von ihr zu betrachten (l. c. p. 105).

Auf solche Weise entstanden im nördlichen Wettersteingebirge, welches für diese Besprechung mit Reis wie gesagt allein in Betracht kommt, folgende drei große Hauptschollen: die Wettersteinscholle, die aus Muschelkalk, Partnachschichten, Wettersteinkalk, Raibler Schichten und Hauptdolomit besteht, muldenförmige Gestalt hat und die höchsten Gipfel und Kämme des Gebirges enthält; die Wamberger Scholle, die nördlich von der Wettersteinscholle liegt, nach der Ortschaft Wamberg benannt ist und zwischen Hammersbach und dem Hirzeneck mit Muschelkalk und Partnachschichten ein in sich wieder etwas gefaltetes Gewölbe darstellt; die Partenkirchen—Barmseescholle, die nördlich von der Wambergscholle liegt und zwischen dem Risserkopf und dem Barmsee ein Gewölbe bildet, das auch wieder Faltungserscheinungen zeigt und von Raibler Schichten, Hauptdolomit und Plattenkalk aufgebaut wird.

Über Bedeutung, Größe und gegenseitiges Verhältnis der drei nach Norden, Süden und Westen gerichteten Schubbewegungen hat Reis im Laufe der Zeit, die er auf die Bearbeitung des Wettersteingebirges verwandte, seine Ansicht

wesentlich geändert. Die meridional gerichteten Bewegungen, denen ursprünglich großes oder wenigstens verhältnismäßig großes Ausmaß und selbständiger Charakter zugesprochen wurde, erhielten nur noch die Bedeutung „notwendiger Begleiterscheinungen“ der äquatorial gerichteten Bewegungen.

Dieser Umschwung in Reis' Auffassung scheint hauptsächlich in der starken Verschiedenheit der beiden tektonischen Möglichkeiten begründet zu sein, nach denen er die zwei großen Spalten deutet, die seine drei Schollen voneinander trennen. Längs diesen Spalten grenzen zwischen dem Waldeck und dem Hirzeneck, d. i. auf eine Strecke von fast 13 km, Muschelkalk und Partnachschichten der Wamberger Scholle unmittelbar an Raibler Schichten der Wetterstein- und der Partenkirchen—Barmseescholle. Wettersteinkalk fehlt im Bereich beider Spalten vollkommen; und da diese zwischen dem Risserkopf und dem Kreuzeck nach Norden und Süden geneigt sind oder wenigstens zu sein scheinen, so schloß Reis, daß die Raibler Schichten den in der zweiten Periode durch Erosion freigelegten Partnachschichten und auch dem Muschelkalk von Norden und von Süden aufgeschoben wurden. Diese Art der Überschiebung, durch die jüngere Gesteine älteren aufruhen, nennt er mioklin bezw. „tektonische Transgression“ im Gegensatz zu den häufigeren plioklinen Überschiebungen, durch die umgekehrt ältere Gesteine auf jüngere zu liegen kommen.

Indem Reis späterhin sich der Anschauung Rothpletz' mehr und mehr zuwandte und nun auf deren Basis eine von Osten stammende, ortsfremde rhätische Schubmasse bezw. eine „ostalpine Decke“ anerkennt (l. c. p. 86, 105), so spricht er auch dem Wettersteingebirge als einer Teilschuppe dieser Decke eine von Osten nach Westen gerichtete, und zwar einheitliche Gesamtbewegung zu. Die Einheitlichkeit dieser Bewegung will er so verstanden wissen, daß die nach Norden und Süden gerichteten Bewegungen, die übrigens in der Mehrzahl nordwestlich und südwestlich, seltener nordöstlich und südöstlich gerichtet sind und daher „transversale Schiebungen“ genannt werden, nur als Begleiterscheinungen der großen Ostwestbewegung gelten sollen. Weiter hebt er von den einzelnen Schollen hervor, daß sie nicht alle das gleiche Ausmaß ostwestlichen Schubes besitzen müssen, sondern aneinander

vorbeigeglitten sein können, die einen also gegen die anderen westlich zurückblieben bezw. östlich vorgingen.

Welch großes Ausmaß Reis den letztgenannten longitudinalen Verschiebungen der einzelnen Schollen untereinander zuzuschreiben geneigt ist, ergibt sich aus der zweiten Deutungsweise der beiden die drei großen Schollen trennenden Spalten, womit eine vollkommene Umdeutung der Beziehungen dieser Schollen untereinander, insbesondere ihrer ursprünglichen Lage zueinander verbunden ist.

Indem Reis nochmals auf die Eigentümlichkeit hinweist (l. c. p. 103), daß dem Muschelkalk und den Partnachschichten der sattelförmigen Wamberger Scholle sowohl an ihrem Nord- und Südrand wie auch an ihrem östlichen spitzigen Ende Raibler Schichten unmittelbar an- bezw. übergeschoben sind, wirft er die Frage auf: „Hat es nicht den Anschein, als ob eine Decke der höheren Trias sich an diesem Muschelkalksattel geteilt, gegabelt hätte und die Gabelteile sich an ihr entlang auf über 15 km vorgeschoben hätten, so daß ein nach Westen offenes Fenster oder fensterartiger Schlitz, das gewiß auch zu einem nicht geringen Teil Erosionsfenster sein könnte, entstand?“ Seine eigene Antwort lautet (gekürzt): „Eine breite Platte von hauptsächlich Raibler Schichten müßte von ihrer Wettersteinkalkunterlage abgespalten sein und würde sich mit jener durch Abtragung verminderten Längsregion über einen bis auf den Muschelkalk (einschließlich Partnachschichten) schon vorher erodierten Längssattel hinübergedrückt haben; sie hätte sich dabei gespalten und gegabelt, die zerteilten Massen wurden dabei nördlich und südlich an dem überschobenen Rücken angelagert, soweit dessen Aufwölbung zu stark war, um eine völlige Überschiebung zu ermöglichen.“

Zur Beantwortung der hier erörterten Überschiebungsfragen aus dem Wamberger Gebiet meint Reis (l. c. p. 106), daß man „nach Ablehnung der hier vertretenen Erklärung nur noch die sehr unwahrscheinliche Annahme übrig habe, daß hier der Wettersteinkalk überhaupt nicht zur Ausbildung gekommen sei“.

Ehe ich auf meine eigene Anschauung über die Entstehung des nördlichen Wettersteingebirges und die dort ge-

machten Beobachtungen eingehe, möchte ich mir zu den von Reis geäußerten Möglichkeiten einige kritische Bemerkungen erlauben.

Gegen die Annahme einer ersten Periode, in der Faltung mit ostwestlicher Streichrichtung erfolgte, läßt sich nichts einwenden, denn sie entspricht den analogen Ereignissen, unter denen auch die angrenzenden Gebirgsstöcke wie überhaupt die ganzen nördlichen Kalkalpen in ihrer ersten Anlage entstanden.

Was die zweite Periode der Erosion betrifft, so kann selbstverständlich auch nicht geleugnet werden, daß gleich mit der Auffaltung und der damit verbundenen Trockenlegung größerer oder kleinerer Gebirgszüge die Erosion in ihnen zu arbeiten begann. Daß aber zwischen jenen zuerst erfolgten Faltungen und den später erfolgenden Überschiebungen ein so großer Zeitraum liegen soll, daß die Erosion die mächtige jurassisch-triassische Stufenfolge bis zum Muschelkalk hinab abtragen konnte, halte ich für sehr unwahrscheinlich. Für zwei tektonische Vorgänge tertiären Alters, die überdies wahrscheinlich beide ein und derselben Stufe des Tertiärs, dem Oligocän, angehören, ließ sich bisher noch in keinem Teil der Alpen eine solche Annahme nachweisen. Wohl aber haben manche Gegenden demgegenüber gelehrt, daß die in ihnen erfolgten Vorgänge der Faltungen und Überschiebungen auf das engste zusammengehören.

Die dritte Periode ist die der Überschiebungen. Von diesen nahm Reis ursprünglich an, daß sie im nördlichen Wettersteingebiet, und zwar insbesondere im Gebiet der Wamberger Scholle rein meridional gerichtet gewesen seien. Auf der von Klais zu den Risserwiesen südlich vom Risserkopf verlaufenden großen nördlichen Störungslinie soll durch Schub von Norden, auf der südlichen, die vom gleichen Ort zum Stegerwald nördlich vom Kreuzjoch verläuft, durch Schub von Süden der Kontakt zwischen Raibler Schichten einerseits und Muschelkalk und Partnachschichten andererseits entstanden sein. Mit einer solchen Deutungsweise scheint das westliche Wamberger Schollengebiet, nämlich das zwischen Hammersbach, dem Risserkopf und dem Kreuzjoch gelegene Gebirgsstück in besonders gutem Einklang zu stehen. Dort

kann man aus dem lappenförmigen Vorgreifen der Raibler Schichten am Risserkopf nach Norden, am Kreuzjoch nach Süden in das Gebiet des Muschelkalkes und der Partnachschichten hinein bei gleichzeitig orographisch hoher Lage der ersteren auf nach Norden und Süden geneigte Kontaktflächen bezw. von dorther kommende Schübe schließen.

Da ich bereits in anderen Gebieten der Alpen die Überzeugung gewonnen hatte, daß Überschiebungen jüngerer über ältere Gesteine an und für sich möglich sind[1], so hatte ich unter Berücksichtigung der zuletzt genannten Erscheinung alle Ursache, im Wamberger Gebiet Reis' ursprünglichen Standpunkt besonders zu berücksichtigen. Ehe ich meine diesjährigen Begehungen ausführte, schien er mir tatsächlich am besten geeignet zu sein, das tektonische Problem jener Gegend zwanglos zu lösen.

Gar nicht befreunden kann ich mich aber mit dem von Reis später vertretenen Standpunkt eines großen Ostwestschubes. Abspaltung einer großen Platte höherer Trias von der tieferen und Verfrachtung derselben um über 15 km in westlicher Richtung mit gleichzeitiger Spaltung und Gabelung am Wamberger Sattel werden nun zur Erklärung der beiden von Klais gegen Westen auslaufenden großen Störungslinien angenommen. Obwohl ich, wie noch gesagt werden wird, von der Ostwestbewegung einiger Teile der die Wamberger Scholle begleitenden Raibler Züge an und für sich überzeugt bin, kann ich aus verschiedenen Gründen die Ansicht Reis' nicht teilen. Ein Grund liegt im Mechanismus der Abspaltung, ein anderer in der durch die Größe der Verfrachtung bedingten Zerstörung geologisch großzügiger Bilder.

Ich halte es nicht für wahrscheinlich, daß von einer wellig gefalteten Schichtenmasse auf einer Schichtfläche, die doch auch eine Wellenfläche ist, eine quer zum Wellen- bezw. Faltenverlauf gerichtete Abspaltung erfolgen kann. Die Möglichkeit eines solchen Vorganges verliert aber noch mehr an

[1] Meine eigene Ansicht von der Entstehung einer solchen Überschiebung deckt sich ungefähr mit der von Reis gegebenen Erklärung seiner „mioklinen Überschiebung" bezw. „tektonischen Transgression", nur lasse ich keine Erosion mit im Spiele sein (vergl. H. Mylius, Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. I. Teil. 1912. p. 23—25).

Wahrscheinlichkeit, wenn man sich vorstellt, daß von den tangentialen Kräften, die doch in der ganzen Dicke der Erdrinde oder mindestens ihrer Sedimenthülle gewirkt haben müssen, also ebensowohl in ihren tieferen wie in ihren höheren Teilen, nur letztere erfaßt worden sein sollen; dabei vergegenwärtige man sich, daß die durch die Abspaltung hervorgerufene Verschiebung der äußeren Rindenteile trotz lokaler Beschränkung ein Ausmaß von über 15 km erreichte!

Was nun dieses Maß selbst betrifft, aus welchem sich für mich indirekt ein weiterer Grund ergibt, Reis' Ansicht nicht zu vertreten, so muß ich vorausschicken, daß man in seiner Arbeit leider nicht in unzweideutiger Weise erfährt, wie er zu derselben geführt wird; wenigstens ist es mir nicht gelungen, Reis vollkommen zu verstehen. Aus den geologischen Verhältnissen nördlich von der Wamberger Scholle läßt sich das genannte Maß nicht berechnen, denn zwischen dem Westrand der Raibler Masse des Risserkopfes und Klais mißt die Entfernung nur 13 km; und wenn man den Hauptdolomit des nördlich der Loisach gelegenen Kammes Hoher Griesberg— Kramer als das normal Hangende jener Raibler Schichten noch zum nördlichen Gabelstück von Reis' Schubmasse stellt, so ergibt sich eine Schubweite von 20 km. Trägt man hingegen den Verhältnissen südlich vom Wamberger Sattel Rechnung, wo Reis die Raibler Schichten + Hauptdolomit als die Kernfüllung einer Mulde von Wettersteinkalk betrachtet, und wo er demgemäß zwischen dem Höllental und dem oberen Rheintal das westliche Ende jener Gesteine an diesen Kalk in normaler Weise, also als natürliche Formationsgrenze stoßen läßt, so wird man dazu geführt, die gesamte große Kalkmasse des Wettersteingebirges dem südlichen Gabelstück von Reis' Schubmasse anzufügen. Hierdurch ergibt sich zwar, zwischen dem Zugwald und Klais gemessen, eine Schubweite von 17 km, die sich mit Reis' Angabe in Einklang befindet; aber wie steht es dann mit der Annahme der Abspaltung einer „Platte von hauptsächlich Raibler Schichten“ und Hauptdolomit?

Wie nun der Standpunkt von Reis sein mag, wenn man ihn in seinem Sinne richtig versteht, und ob der Ostwestschub der beiderseits des Wamberger Sattels gelegenen Gebirgsmassen 13, 15 oder 17 km beträgt, immer bleibt der Annahme

so großer Bewegungen der Nachteil haften, daß im geologischen Baubild des Wettersteingebirges manch schöner großer Zug zerstört wird.

Dies gilt zunächst vom Gebirgsbau rings um Garmisch—Partenkirchen. Die Raibler Schichten des Risserkopfes und die nördlich des Kankerbaches stehen sichtlich in Beziehung zueinander. Letztere Schichten bilden ohne Zweifel das normal Liegende des Hauptdolomits des Ameisberges. Dieser hinwieder kann ohne Bedenken als die östliche Fortsetzung des Hauptdolomits des Kammes Hoher Griesberg—Kramer aufgefaßt werden. Bestärkt wird man in der Überzeugung, daß die Hauptdolomitmassen des Kramers und des Ameisberges mit den Raibler Schichten des Risserkopfes und des Kankerbaches ein tektonisch unzertrennliches Ganze bilden, durch die Verbreitung derjenigen Gesteinsstufe, die als oberster Raibler Horizont[1] das unmittelbar Liegende des Hauptdolomits bildet. Es sind grobe, vielfach gelb gefärbte Rauhwacken, die östlich von Partenkirchen in einem langen Zug den Hauptdolomit von den übrigen Raibler Schichten trennen, am Katzenstein nächst dem Risserkopf deren normal Hangendes bilden, und östlich von Garmisch in einem kleinen Aufschluß im Loisachbett als normal Liegendes des Hauptdolomits des Kramers anstehen. Wollte man also auf Grund einerseits der tektonischen Linie Klais—Risserkopf, andererseits der Zusammengehörigkeit der um Garmisch—Partenkirchen gelagerten Berggruppen diese einschließlich dem Hohen Griesberg als eine große ortsfremde Schubmasse betrachten, so müßte man deren westlichen Stirnrand im Schwarzenbach, einem nördlichen Zufluß der Loisach, annehmen, wo Reis eine Störung zwischen Hauptdolomit und Plattenkalk angibt. Diese trägt aber wahrlich nicht das Aussehen, eine bedeutende Gebirgsbewegung erlebt zu haben.

Ein anderes großzügig gebautes Stück Wettersteingebirge steht nördlich vom Höllental, wo man in den Nordabstürzen des Waxenstein—Zugspitzkammes auf dem Muschelkalk des Riffelwaldes normal und ungestört Partnachschichten und auf diesen eine gewaltige Masse Wettersteinkalk liegen sieht.

[1] Reis zählt diesen Horizont nicht mehr zu den Raibler Schichten, sondern scheidet ihn als selbständige Stufe aus (l. c. p. 72).

Wollte man letzteren als Teil einer weit hergebrachten Schubmasse auffassen, so müßte man jene normale Stufenfolge in irgend einem Niveau stören, wozu aber keine Stelle einen triftigen Grund bietet. Muschelkalk und Partnachschichten aus dem Liegenden dieses Wettersteinkalks lassen sich aber schwer von den gleichen Gesteinen des Wamberger Sattels trennen, mit denen sie innigst, wenn auch in gefalteter Weise, zusammenhängen. Mit anderen Worten: zwischen Zugspitze und Waxenstein sind Wetterstein- und Wamberger Scholle so fest miteinander verwachsen, daß man zwischen ihnen keine oder nur eine geringe longitudinale Verschiebung annehmen kann.

Die beiden zuletzt besprochenen Erscheinungen, auf die ich wegen ihrer Großzügigkeit hinwies, können Reis kaum entgangen sein[1]. Um so mehr wundert es mich, daß er scheinbar, ohne großen Wert auf sie zu legen, zu dem Ergebnis kommt, „daß man mit Hilfe der Rothpletz'schen Anschauung in die verwirrende Tektonik ostalpiner Gebiete, wie z. B. das Wettersteingebirge ebenso eine gewisse Klarheit und Einheit der Auffassung bringen kann, wie ausgiebige Gegengründe gegen jene aus dem Gebiete nicht betont werden können“ (l. c. p. 106).

Die weiteren Ausführungen werden nun zu zeigen haben, wie man vom nördlichen Wettersteingebirge ohne Annahme großer Schübe ein geotektonisches Bild seiner Entstehung entwerfen kann, das mit allen zu machenden Beobachtungen gut und zwanglos übereinstimmt. Um hierbei den Leser nicht durch die Beschreibung lokaler Beobachtungen vom Wesentlichen abzulenken, solche Beobachtungen aber doch für die Begründung meines Standpunktes von Bedeutung sind, so will ich auf sie zuerst kurz eingehen.

1. Beobachtung am Ostfuß des Kramers (vgl. Taf. IV Fig. 1 u. 2).

Nördlich von Garmisch bei P. 716 liegt ein Keller (in Reis' Karte 1 : 25 000 angegeben), dessen Gebäude mit seiner Westseite an eine Felswand angelehnt ist, die aus Haupt-

[1] Für die eine von ihnen ergibt sich dies sogar aus Reis' eigener Bemerkung über die Beziehung der Rauhwacke im Loisachbett zu der am Katzenstein (l. c. p. 101).

dolomit besteht. Die Partie nächst dem Gebäude läßt durch die Struktur des Dolomits, Druckschieferung und Schubflächen mit Rutschharnischen, in unzweideutiger Weise Schub aus Westen erkennen; eine dieser Flächen, und zwar die bedeutendste, streicht nordsüdlich und ist unter etwa 45° gegen Westen geneigt.

Auf einem gut gepflegten Zickzackweg erreicht man, im Dolomit etwa 100 m ansteigend, eine Wegkreuzung. Schlägt man den Weg ein, der in nördlicher Richtung eben führt, so erreicht man bald die in Reis' Karte angegebene Störung zwischen Hauptdolomit und Rhät. Obwohl man sie eine ansehnlich lange Strecke Weges begleitet, findet man sie doch nirgends in so vorzüglicher Weise aufgeschlossen, daß man den Kompaß an ihre Fläche legen könnte; aber aus dem Verlauf der Linie, der Beschaffenheit des Geländes und der Struktur der Felsen kann man auch hier mit Bestimmtheit auf Schub des Dolomits in östlicher Richtung über das Rhät auf einer gegen Westen geneigten Fläche schließen. An seiner am besten aufgeschlossenen Stelle zeigt das Rhät, d. i. etwa nach 80 Schritt, die man in ihm gewandert ist, ostwestliches Streichen und steiles Einfallen gegen Süden.

Um die Aufschlüsse beim Keller und an der beschriebenen Wegstrecke 100 m höher miteinander in Einklang zu bringen, ist man genötigt, eine westöstlich oder genauer gemessen nordnordöstlich streichende Verwerfung anzunehmen, längs der der südliche Gebirgsteil abgesunken ist. Gegen einen kurvenförmigen Verlauf der Störungslinie, so wie ihn Reis' Karte angibt, sprechen die örtlichen Verhältnisse; mindestens müßte die Linie in stark gebrochener Weise gezeichnet sein, was aber ihrem Charakter nicht entspräche.

Setzt man seinen Weg nordwärts fort, so gelangt man oberhalb des Stahlbads an einen zwar nicht tief, aber doch sehr scharf ins Gelände eingeschnittenen Wasserriß, in welchem ein schmaler Streifen Felsen ansteht; es sind graue, dünnbankige Kalke und graue, etwas sandige und sich daher rauh anfühlende Ton- und Mergelschiefer, die genau senkrecht stehen und westöstlich streichen. Diese Gesteine, die in Reis' Karte als Raibler Schichten angegeben sind, gehören auch wieder dem Rhät an, welches Alter sich durch eine reiche,

wenn auch nicht sehr gut erhaltene Fauna feststellen läßt. Nach wenigen Minuten Sammelns fand ich in ihnen folgende Arten:

Choristoceras ammonitiforme Gümb.
— *rhaeticum* Gümb.
Cassianella speciosa Mer.
Pecten bavaricus Winkl.
— *acuteauritus* Schafh.
— (n. sp.?) aff. *Liebigi* Winkl.
Rhynchonella subrimosa Schafh.

Besonders die Ammoniten und *Pecten*-Arten treten in großer Individuenzahl auf.

Das Ergebnis der Beobachtung ist, daß der Hauptdolomit des Kramers eine gegen Osten gerichtete Bewegung ausgeführt und hierbei Rhät überschoben hat.

2. Beobachtung am Westfuß des Ameisberges (vergl. Taf. IV Fig. 1 u. 2 und photogr. Abbild. Taf. III Fig. 1)[1].

Nach Reis' Karte werden die zum Loisachtal sich neigenden Westhänge des Ameisberges bezw. des ihm westlich vorgelagerten Schafkopfes von Plattenkalk eingenommen, der bis zur Talsohle hinab ansteht. Wo die von Partenkirchen nach Murnau führende Fahrstraße dreimal schnell hintereinander scharfe Wendungen beschreibt, machte ich nun zwischen den beiden letzten Wendungen, d. i. in einer Länge von etwa 300 m, die Beobachtung, daß der Plattenkalk von noch jüngerem Rhät überlagert wird. Zunächst ist es die typische Kössener Fossilbreccie, die nebst ärmeren Tonschiefern in etwa 5 m Mächtigkeit herrscht. Unter den meist schlecht erhaltenen Fossilien lassen sich *Mytilus minutus*, *Gervillia praecursor*, *Avicula contorta*, *Turritella Stoppanii* usw. in großer Zahl erkennen. Dann folgt in ungefähr gleicher Stärke, also etwa 5 m, oberer Dachsteinkalk. Auch dieser ist in bekannter Weise fossilreich. Erwähnenswert ist in ihm die rege Tätigkeit von Bohrmuscheln, die in den Kalk zahlreiche kleine, zylindrisch geformte Löcher gearbeitet haben. Die Oberfläche des Kalks ist auffallend stark buckligwellig und läßt auf eine vorübergehende Trockenlegung schließen. Über dem oberen Dachsteinkalk liegen dann noch dünne, gelblichgraue Kalk-, Mergel- und Tonschiefer, deren ursprüngliche gesamte

[1] Der in dieser Beobachtung beschriebene Rhätaufschluß verdient um so mehr Beachtung, als nach Reis' Angaben das Rhät im Wettersteingebirge nirgends in seinem ursprünglichen Verbande auftritt.

Mächtigkeit jedoch nicht zu ermitteln ist, denn von der Erosion sind hier nur die untersten 2 m nicht abgetragen worden. Das Alter dieser Schiefer halte ich, da der obere Dachsteinkalk meist den jüngsten Rhäthorizont darstellt, für jurassisch. Mit den in den Schiefern enthaltenen Fossilien ist für eine genaue und einwandfreie Altersbestimmung leider nicht viel anzufangen, da sie entweder sehr schlecht erhalten sind *(Nerinea?, Tancredia?)* oder keinen stratigraphischen Wert besitzen. Es sei erwähnt, daß ich vorübergehend auch an eine Transgression von Malm oder selbst unterer Kreide über Rhät dachte.

Bei der schönen und stark ausgeprägten, wenn auch ungleichen Dreiteilung der rhätischen Stufe in einen unteren und einen oberen Kalk- und einen mittleren Kössener Fossilhorizont empfiehlt sich für das Wettersteingebirge folgende Bezeichnungsweise:

Oberer rhätischer Kalk (statt oberer Dachsteinkalk),
Kössener Schichten,
Unterer rhätischer Kalk (statt Plattenkalk).

Die Abbildung der Taf. III läßt die drei Stufen Kössener Schichten, oberer rhätischer Kalk, Jura in ihrer gegen Westen mäßig steil geneigten Übereinanderlagerung deutlich erkennen. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß dieser in sich völlig ungestörte Schichtenbau nur am nördlichen Ende des ganzen 300 m langen Aufschlusses besteht. Am südlichen Ende machen sich durch Fältelungen und Schubflächen mit Rutschharnischen Störungen bemerkbar, die zwar an und für sich nicht von Wichtigkeit sind und auch in der Kartenskizze der Fig. 1 nicht berücksichtigt wurden, die aber in Verbindung mit Beobachtung 5 immerhin Beachtung verdienen.

Das die Loisach in ostwestlicher Richtung querende Längsprofil vom Ameisberg bezw. Schafkopf zum Fuß des Kramer (Fig. 2) ist für den Geographen insofern von einigem Interesse, als es zeigt, wie dieser Fluß für seinen Durchbruch zum Alpenvorland in der genannten Kette eine stark ausgeprägte Depression vorfindet, die auf zwei senkrecht zueinander gerichtete Bewegungen zurückzuführen ist. Zuerst waren es meridionale Kräfte, die einen ostwestlich streichenden Faltenzug erzeugten, der bereits während seiner Entstehung im

Bereich der Durchbruchstelle eine Depression erhielt. Die später wirkenden äquatorialen Kräfte fanden in der Depression einen geeigneten Angriffspunkt, um den Faltenzug in seiner Streichrichtung zu verkürzen. Die westöstlichen Kräfte verursachten auf der Westseite der Depression eine Zerreißung des Zuges und schuppten ihn gegen Osten.

3. Beobachtung im Laingraben.

Nach Reis' Karte wird der Risserkopf von Raibler Schichten, der Kochelberg von Partnachschichten aufgebaut. Im Laingraben, der beide Berge voneinander trennt, verläuft die Trennungslinie zwischen diesen Stufen, die Reis als Überschiebungslinie deutet. Wie schon gesagt wurde, erblickt er in ihr den Austritt einer nach Norden geneigten Schubfläche, auf der die Raibler den Partnachschichten entweder in der Richtung von Norden nach Süden oder von Osten nach Westen aufgeschoben wurden.

Ich möchte vorausschicken, daß, als ich den Weg zum Laingraben einschlug, ich auf Grund der damals an der Mittenwalder Straße schon gemachten Beobachtung (5) nicht im mindesten daran zweifelte, die von Reis angegebene Störungslinie an Ort und Stelle anzutreffen. Ich wollte ihr lediglich folgen, um mich über den Charakter der Überschiebung zu unterrichten.

Es sei dem Leser auch gesagt, wie ich damals noch über das Fehlen des Wettersteinkalks nicht nur längs dieser Linie, sondern überhaupt im Umkreis des aus Muschelkalk und Partnachschichten bestehenden gesamten Wamberger Gebietes dachte. Noch unter dem Eindruck der an der Mittenwalder Straße gemachten Beobachtung (5) hatte ich mir unmittelbar danach für diese Arbeit folgende Notiz gemacht: „Allerdings kann man es mit Reis als unwahrscheinlich bezeichnen, daß im Wamberger Gebiet überhaupt kein Wettersteinkalk ausgebildet worden sei. Demgegenüber muß aber doch betont werden, daß dieser Kalk, auch wenn er das Gebiet ehemals bedeckte, später aber durch tektonische, Erosions- oder beiderlei Vorgänge entfernt wurde, er sehr wahrscheinlich eine wesentlich geringere Mächtigkeit besaß, als wie sie heute in der südlich benachbarten Hochregion des Wettersteins zu beobachten ist. Nicht nur daß in dieser der Wettersteinkalk

eine Mächtigkeit erreicht (über 800 m), hinter der er in den nah benachbarten Mieminger Bergen und auch denen des Karwendels weit zurückbleibt, auch die stratigraphischen Verhältnisse in der nordwestlichen Gebirgsecke (östlich vom Eibsee) sprechen nach Reis' eigenen Mitteilungen für eine solche Annahme. Von den Partnachschichten, die im südlichen Wettersteingebirge eigentümlicherweise völlig fehlen, so daß dort Muschelkalk das unmittelbar Liegende des Wettersteinkalks bildet, hebt er hervor, ‚daß eine doppelseitige Vertretung die starke und rasche Abnahme dieser Schichten erklären könnte'. Unter Berücksichtigung der geringeren Mächtigkeit des Wettersteinkalks verlieren aber diejenigen Linien des Wamberger Gebietes, längs denen dieser Kalk zwischen Partnach- und Raibler Schichten fehlt, und die, wenn sie keinen stratigraphischen Charakter tragen, tektonisch sein müssen, entsprechend an tektonischer Bedeutung."

Im Laingraben änderte sich meine Anschauung vollkommen.

Nach Überschreiten der Partnach zunächst über Diluvium und Alluvium wandernd, erreichte ich die Stelle, wo in einem dem Lainbach von Osten zufließenden kleinen Seitenbach die Überschiebungslinie erstmals anstehend zu erwarten war. Die Stelle läßt sich, besonders wenn man eine zweite bessere topographische Unterlage zur Hand hat, mit Genauigkeit auffinden. Von einer Überschiebungslinie oder Störung irgend einer Art ist aber nichts zu sehen. Dies jedoch nicht etwa deshalb, weil beiderseits des Laingrabens das Gelände von Grasböden reichlich bedeckt ist, sondern weil hüben und drüben, wo immer der Felsen zutage tritt, dieser durchaus den gleichen Charakter trägt. Es ist die tonige Varietät der Partnachschichten, die Reis folgendermaßen beschreibt: „Die Partnachschichten sind in ihrer Hauptmasse z. T. schieferige und tonreichere, z. T. undeutlich geschichtete, klotzige, nicht so tonreiche Mergel, welche einen häufig stengeligen, oft auch bröcklig-schaligen Zerfall beim Liegen an der Luft haben; es lassen sich von diesen Mergeln fast keine Sammlungsstücke zuschlagen, da sie in unregelmäßig schalige Fragmente brechen und schließlich nur eiförmige oder sphäroidische Kerne herausspalten lassen." Gerade auf Grund des letzteren sehr auf-

fälligen Merkmals der sphäroidischen Kerne läßt sich mit Bestimmtheit der Nachweis führen, daß östlich vom Laingraben nicht nur keine Störungslinie ihn begleitet, sondern daß überhaupt keine Trennungslinie verschiedenartiger Gesteine vorhanden ist.

Wie verhält es sich nun, da die Partnachschichten zweifellos über den Laingraben setzen, mit einer eventuellen Störungslinie oder Gesteinsgrenze westlich desselben? Im Graben war ich bis zu einer Höhe von nicht ganz 900 m gekommen; weiter zu steigen hätte wegen des zunehmenden Schnees keinen Zweck gehabt. Alsdann stieg ich in nordwestlicher bis nordnordwestlicher Richtung gegen den unteren Rand der Raibler Kalke zu ab, die man aus der Talsohle zum Risserkopf hinaufsteigen und dort eine steile, aber nicht sehr hohe Felswand bilden sieht (vergl. r^1 in Reis' Karte). Immer verharrte ich in den gleichen Partnachschichten; nur machte ich die Beobachtung, daß diese, je mehr ich mich vom Laingraben entfernte, ganz allmählich etwas sandiger und dadurch etwas rauher und heller, bezw. gelblicher wurden. Erst als ich nur noch 30—50 m über der Talsohle stand und mich gleichzeitig den Raibler Kalken auf ganz kurze Entfernung genähert hatte, befand ich mich auf einem sehr typischen harten, gelben, sehr rauhen Raibler Sandstein. Dieser bildet sichtlich das Liegende der zum Risserkopf ansteigenden Kalke. Daß letztere über den Sanden und Mergeln vielleicht eine kurze, bereits als Überschiebung zu bezeichnende Gleitbewegung ausführten, wäre eine leicht zu erklärende Nebenerscheinung, der aber hier keine Bedeutung zukommt. Nur folgende Tatsache ist für uns wichtig: Zwischen den dunkelgrauen bis braunschwarzen, tonreichen und daher dünnschieferigen typischen Partnachschichten und den helleren gelblichen, sehr sandigen und daher festeren typischen Raibler Schichten findet kein plötzlicher Wechsel, sondern ein ganz allmählicher Übergang statt. Zwischen jener und dieser Stufe ist im Gebiet beiderseits des Laingrabens vermutlich niemals Wettersteinkalk auch nur in Metermächtigkeit zur Ausbildung gekommen.

Auf Grund jener Tatsache und dieser Annahme kann

man für das Risserkopfgebiet nachstehende Sedimentationsfolge der Raiblerstufe aufstellen:

Rauhwacken,
Kalke und Dolomit,
Sande,
Mergel- und Tonschiefer, die oben Raibler Alter haben, unten aber noch den Partnachschichten angehören.

Es war ein eigentümlicher Zufall, daß ich gerade bei der Rückkehr vom Laingraben die Arbeit von Dr. K. Boden „Geologische Aufnahme der Tegernseer Berge im Westen der Weissach“ [1] zugestellt bekam. In ihr bringt auch Boden in überzeugender Weise zur Darstellung, daß in dem von ihm bearbeiteten Tegernseer Gebiet die Partnachschichten direkt von Raibler Schichten normal bezw. ungestört überlagert werden, während der zwischen ihnen völlig fehlende Wettersteinkalk in den nächst gelegenen Nachbargebieten „außerordentlich starke Mächtigkeitsschwankungen“ aufweist. Mit Recht macht er daher darauf aufmerksam, daß „ein völliges Auskeilen“ des Wettersteinkalks „durchaus im Bereich der Möglichkeit“ liegt. Heute schließe ich mich Boden's Ansicht für das Wettersteingebirge vollkommen an.

4. Beobachtung am Rissersee (vergl. Nebenskizze der Taf. IV Fig. 3).

Aus Reis' Karte und Erläuterungen kann man den Eindruck gewinnen, daß die ganze den Rissersee umgebende Raibler Masse mit Risserkopf und Katzenstein eine einfach gebaute, nach Norden geneigte Schichtenplatte oder Scholle darstellt, deren Basis von Raibler Sandstein eingenommen wird; über diesen breitet sich scheinbar ganz normal eine große Masse Raibler Kalkstein aus mit lokal vorkommenden versteinerungsführenden Bänken. Am Gipfel des Katzensteins sieht man schließlich noch einen Rest von Rauhwacke auf den Kalken liegen, was einem nach den örtlichen stratigraphischen Verhältnissen auch ganz natürlich erscheint.

Ehe ich auf die Komplikationen eingehe, die ich in der Tektonik des Risserseegebietes erblicke, sei auf einen großen Zug desselben hingewiesen. Reis gibt in seiner Karte die

[1] Geognost. Jahreshefte 1914. XXVII. Jahrg., erschienen 1915.

Neigung der Raibler Schichten ganz richtig im Süden mit Gefälle nach Norden, im Norden mit Gefälle nach Süden an. Indem ich noch darauf hinweise, daß am ganzen Nordfuß des kleinen Gebirgskomplexes das südliche Einfallen zwischen 30° und 60° schwankt, manchen Orts aber auch bis in saigere Stellung übergeht, so kann hieraus der Schluß auf das Vorhandensein einer stark gekrümmten Mulde gezogen werden. Nun läßt sich nach Reis für die Partnachschichten im Partnachgebiet selbst „eine einfache Mulde feststellen" (l. c. p. 65). Mit dieser kann Reis wohl nur die Mulde verstehen, die vom Wiesholzgraben in westlicher Richtung über die Partnach hinweg zur Südseite des Kochelberges streicht, und die durch die Ausscheidung der in den Partnachschichten auftretenden Kalkbänke in der Karte deutlich zum Ausdruck kommt, was sie übrigens auch in der Natur tut. Ist es nun nicht sehr auffällig, daß die Mulde der Raibler Gesteine des Risserseegebietes genau in der Streichrichtung der Partnachmulde des Wiesholzgrabens liegt? Auch diese Erscheinung spricht stark dafür, daß die Raibler Gesteine des Risserkopfes keiner ortsfremden Schubmasse angehören, sondern als das normal Hangende der Partnachschichten mit diesen zusammen gefaltet wurden.

Als ich von der Station Rissersee aus das östlich und westlich angrenzende Gelände beging, fiel mir in den Raibler Kalken des tiefen Talgehänges die Häufigkeit einer sehr stark ausgeprägten transversalen Schieferung auf, die mit nordsüdlicher Streichrichtung auf westöstlich gerichtete Druckkräfte schließen läßt. Obwohl die Struktur des Felsen, die Neigung der mit Rutschharnischen bedeckten Gleitflächen, Schleppungserscheinungen usw. schon stark vermuten lassen, daß hier Massenverschiebungen in der Richtung von Westen nach Osten stattfanden, so könnte man doch, wenn man nur die Streichrichtung der falschen Schieferung in Betracht zieht, auch an die Möglichkeit einer Ostwestbewegung glauben. Diese sieht man sich aber genötigt, sofort auszuschalten, wenn man auf der Fahrstraße an der Nordseite des Katzensteins zum Rissersee ansteigt. An den deutlich geschichteten und nicht transversal geschieferten Raibler Kalken, die sich von der Höhe dieses Berges bis zur Straße hinabsenken, kann

man vorzüglich erkennen, daß sie nur mit Benutzung der tonigen Zwischenlagen Gleitbewegungen ausgeführt haben, die gegen Osten ansteigend gerichtet sind.

Es würde mich zu weit führen, wollte ich auf die Beschreibung noch weiterer Detailbeobachtungen aus dem Risserseegebiet eingehen. Der geologische Besucher desselben möge selbst darüber urteilen, ob folgende Anschauung über dessen Tektonik berechtigt ist.

Die Raibler Masse des Risserseegebietes setzt sich mindestens aus zwei schuppenförmig aufeinanderliegenden Teilen zusammen, die sich in der Richtung von Westen nach Osten überschoben haben. Die größere, tektonisch tiefere Masse ist die des Risserkopfes; sie hat muldenförmige Gestalt und besteht von unten nach oben aus Partnachschichten, Raibler Sanden und Raibler Kalken. Die kleinere, tektonisch höhere Masse ist die Schuppe des Katzensteins, die aus Raibler Kalk und darüberliegender Rauhwacke besteht, und die bei ihrer Westostbewegung über die tiefere Masse, indem sie sich deren Muldenform anpaßte, selbst solche Gestalt annahm; vielleicht hat sie dieselbe aber auch schon vorher besessen.

Zu dem soeben kurz skizzierten Bau des Risserseegebietes möchte ich noch als Vermutung ergänzend bemerken, daß von der basalen Risserkopfmasse infolge des über sie ergangenen Schubes ein kleines Stück, das heute beim „Riß“ P. 783 mit Raibler Kalk baut, schuppenförmig abgespalten wurde. Die Vermutung, die sich an Ort und Stelle sowohl geologisch wie morphologisch begründen läßt, würde ich hier wegen der geringen Bedeutung, die ich ihr an und für sich beimesse, nicht geäußert haben, wenn sich mir nicht bei der Begehung der Eindruck aufgedrängt hätte, daß gerade die basale Abspaltungsfläche der Schuppe mit P. 783 die Fortsetzung bezw. das südliche Auslaufen der beim Keller nördlich von Garmisch beobachteten Überschiebung darstellt.

Gleichgültig nun, ob man letztere Vermutung teilt oder nicht, die im Risserseegebiet erfolgten starken Westostbewegungen lassen sich auf keinen Fall bestreiten. Sie und der Westostschub des Kramermassives erweisen sich zusammen sogar als eine sehr beachtenswerte Erscheinung im gebirgsbildenden Mechanismus des Wettersteingebietes.

5. Beobachtung an der Mittenwalder Straße zwischen Partenkirchen und Gerold (vergl. photogr. Abbild. Taf. III Fig. 2).

Nach dem Verlauf der verschiedenen Raibler Horizonte ist aus Reis' Karte deutlich ersichtlich, daß diese Stufe zwischen Partenkirchen und Gerold westöstlich streicht. Wenn man nun Partenkirchen auf der neuen Mittenwalder Straße verläßt, so macht man bereits gegenüber dem alten Kainzenbad an einer aus Raibler Kalken bestehenden Felswand der nördlichen Straßenböschung die Beobachtung, daß die Kalke stark transversal geschiefert sind. Die falsche Schieferung streicht nordsüdlich, läßt also auf senkrecht hierzu gerichtete Pressung schließen, und zwar läßt das Deformationsbild des Felsen, der von zahlreichen Flächen mit Rutschharnischen zerrissen ist, vermuten, daß die Raibler Schichten eine ostwestlich gerichtete Verschiebung erlitten haben.

Nach 10—15 Minuten Steigung, die man in glazialen Ablagerungen zurücklegt, gelangt man abermals an eine niedere Felswand der nördlichen Straßenböschung. Die Stelle befindet sich in ansehnlicher Höhe über der Talsohle, unmittelbar bevor die Straße eine starke Schleife gegen den Kankerbach zu beschreibt. In der Hauptsache sind es wieder Raibler Kalke, welche die Wand bilden; und auch diese lassen wieder an der Art ihrer Zertrümmerung starke Gebirgsbewegung in ostwestlicher Richtung erkennen.

Man vergleiche nun Reis' Karte mit der Abbildung 2 auf Taf. III, welche das westliche Ende dieser Felspartie darstellt. Die Karte gibt nördlich vom Wort Kankerbach eine nicht ganz nordwestlich, mehr westnordwestlich streichende Störung an, die den Raibler Kalk gegen Südwesten begrenzt. Eigentümlicherweise ist auf der anderen Seite der Störung kein Felsen verzeichnet, so daß die Linie anstehenden Felsen von diluvialem Schotter trennt. Aus meiner Abbildung ist aber ersichtlich, daß jenseits der senkrecht stehenden Störungsfläche dunkle, lettige Schiefer anstehen. Diese scheint Reis (oder Pfaff?) für Ton- und Mergelschiefer der Raibler Schichten, und zwar vermutlich des zu unterst liegenden Sandsteinhorizontes gehalten zu haben. Nach ihrer petrographischen Beschaffenheit kämen zwar noch Partnachschichten und wie

mir scheint diese in erster Linie in Betracht. Reis legt aber die Grenze des Wamberger Muschelkalk-Partnachkomplexes unten in die Talsohle dicht neben den Kankerbach, wodurch jenes Gesteinsvorkommen von diesem Komplex ausgeschlossen wird. So erklärt es sich vielleicht, daß Reis der Störung keine große Bedeutung beimißt und sie nur als eine lokale Transversalverschiebung innerhalb der Raibler Schichten seiner Partenkirchener Scholle betrachtet. Unverständlich bleibt es mir aber doch, daß Reis, der seine große, fast 10 km messende Klais—Partenkirchener Störungslinie nur an einer einzigen kleinen Stelle anstehend bekannt gibt, und zwar an einer solchen, die nach meinen Beobachtungen deren Existenz nicht beweist, hier nicht die wirklich günstige Gelegenheit dazu ergreift; denn kennte man die Verhältnisse östlich vom Risserkopf im Laingraben nicht, hier an der Mittenwalder Straße möchte man sich wirklich davon überzeugen lassen, daß zwischen Partnachschichten einerseits und Raibler Schichten andererseits infolge eines großen Bewegungsmechanismus der Wettersteinkalk fehlt.

Meinen persönlichen Standpunkt zu der auf Taf. III abgebildeten Störung kann ich folgendermaßen kurz fassen: Da ich mich zwischen Laingraben und Risserkopf davon überzeugt habe, daß dort der Wettersteinkalk stratigraphisch fehlt, so schalte ich diese Möglichkeit auch für das zwischen Partenkirchen und Gerold gelegene Gelände nicht aus; und die beobachtete Störung hat auch für mich nur die Bedeutung einer lokalen Verschiebung zweier benachbarter Stufen gegeneinander. Die Raibler Schichten sind gegen die Partnachschichten in westlicher Richtung vorgeschoben worden. Dabei haben die Kalke die transversale Schieferung angenommen, und wenn zwischen ihnen und den Partnachmergeln ehemals noch Raibler Sande lagen, was wahrscheinlich der Fall war, so sind diese eben durch den Verschiebungsvorgang aus der Stufenfolge ausgestoßen worden. Für den hier vertretenen Standpunkt ist es auch ganz ohne Bedeutung, ob man die südlich von der Störung anstehenden tonigen Schiefer zu den Partnach- oder den Raibler Schichten stellt. Denn sollten sie zu den letzteren gehören, was ich, wie gesagt, nicht glaube, dann würde sich ihre Stellung zwischen den älteren Partnach-

schichten jenseits der Kanker und den jüngeren Raibler Kalken oberhalb der Straße ebenso ungezwungen verstehen lassen.

Verläßt man gegenüber von Wamberg die Mittenwalder Straße und steigt in südöstlicher Richtung zum Kankerbach hinab, so trifft man ziemlich genau die vorhin erwähnte Stelle, wo man nach Reis' Karte den tektonischen Kontakt zwischen den Partnachschichten der Wamberger Scholle und den Raibler Schichten der Partenkirchener Scholle aufgeschlossen finden soll. Jene Gesteine sind auf der südlichen, diese auf der nördlichen Bachseite angegeben. Meine Beobachtung kann ich in der kurzen Mitteilung zusammenfassen, daß ich auf der nördlichen Bachseite nur schwarze lettige Schiefer mit gelegentlichen unbedeutenden Kalkeinlagerungen anstehend gesehen habe, und daß ich dieselben ohne jedes Bedenken für Partnachschichten ansprach. Von einer Störungslinie war nichts zu sehen.

Über die Raibler Aufschlüsse längs der Mittenwalder Straße vor und nach Kaltenbrunn ist nichts Besonderes zu sagen.

Nach Überschreiten des aus dem Gütlegraben kommenden Baches ist an der nördlichen Straßenböschung Muschelkalk auf eine Länge von etwa 400 m sehr schön aufgeschlossen, der wieder an nordsüdstreichender transversaler Schieferung starke, quer hierzu gerichtete Pressung erkennen läßt. Hier sind es nun sichtlich Westostkräfte gewesen, die gewirkt haben und den Muschelkalk in östlicher Richtung verschoben. Damit stimmt nicht nur die innere Struktur des Felsen, sondern auch die Erscheinung überein, daß der Muschelkalk an seinem östlichen Ende auf einer ziemlich steil gegen Westen einfallenden Spalte Partnachschichten überschiebt.

Kurz vor Gerold sind zwischen der Fahrstraße und der Bahnlinie schnell hintereinander Muschelkalk, Partnachschichten und Raibler Sandstein aufgeschlossen. Den Muschelkalk hält Reis für Kalk der Partnachschichten, was auch möglich ist, doch ist dann die Mächtigkeit von mindestens 50 m des überdies sehr muschelkalkähnlichen Gesteins sehr auffallend. Auch bei diesem Aufschluß macht sich Westostschub besonders des Muschelkalks gegen die Partnachschichten bemerkbar.

Die Wanderung von Partenkirchen nach Gerold hat gezeigt, daß auf ihr sowohl Erscheinungen des Ostwest-, wie solche des Westostschubes zu beobachten sind. Hierbei fällt es auf, daß jene Bewegungen in dem nördlich der Mittenwalder Straße gelegenen jüngeren Triasgebirge sich geltend gemacht haben, diese hingegen in dem südlich angrenzenden älteren Triasgebirge. Es hat also den Anschein, als ob die beiden Massen kurze Gleitbewegungen in entgegengesetzten Richtungen aneinander vorbei ausgeführt hätten, wobei die weichen lettigen Partnachschichten für die trennende Gleitbahn ein geeignetes Schmiermittel boten.

Als ein wichtiges Ergebnis der drei zusammengefaßten Beobachtungen 1, 4 und 5 kann folgendes hervorgehoben werden: Nördlich der Klamm bezeichnet die Partnach eine Linie, gegen welche die im Norden des Wamberger Sattels auf oder neben den Partnachschichten gelegenen Massen der jüngeren Trias sich in westlicher und östlicher Richtung aufeinander zu bewegten. Das Ausmaß dieser Bewegung war aber so kurz, daß an dem geologisch großzügigen Bild der Umgebung von Garmisch—Partenkirchen mit seinen drei sich normal aneinanderlehnenden verschiedenalterigen Triaszügen: Muschelkalk und Partnachschichten des Wamberg—Hammersbacher Zuges, Raibler Schichten des Kankerbach—Risserkopfzuges, Hauptdolomit und Rhät des Ameisberg—Kramerzuges keine oder nur lokale Verschiebungen bemerkbar wurden.

6. Beobachtung in der Partnachklamm (vergl. Taf. IV Fig. 3).

Wenn man von Partenkirchen aus die Partnachklamm besucht, durchschreitet man vor Erreichen derselben eine schöne, gleichmäßig gebaute Mulde, die aus Partnachschichten besteht (s. 4. Beobachtung, wo bereits auf diese Mulde hingewiesen wurde). Zuerst sieht man im Taleinschnitt zwischen Eselberg und Kochelberg an den den dünnen Schiefern eingelagerten harten Kalkbänken die Neigung gegen Süden gerichtet; später, bei Wildenau, herrscht hingegen nördliches Einfallen. Hat man hier die Partnach überschritten, so gelangt man in die nächst tiefere Stufe des Muschelkalks und

damit in den Nordschenkel eines großen Muschelkalkgewölbes, das der Fluß in einer tiefen Klamm durchbricht.

Beim Durchschreiten der Klamm fällt einem auf, daß die Bänke des Muschelkalks wohl während der ersten Weghälfte derartig gleichmäßig gekrümmt sind, daß man ungefähr in der Klammitte den Gewölbescheitel erreicht zu haben glaubt. Erstaunlicherweise bleiben aber von da bis ganz dicht an das Klammende die Bänke mehr oder weniger horizontal gelagert, um dann plötzlich mit starker Diskordanz an neuerdings auftretenden Partnachschichten zu endigen. Hier gibt daher Reis' Karte mit vollem Recht eine Störungslinie an.

Für mich verdient diese Störung, die eine Längsstörung ist, und die Reis zu seinen transversalen Schiebungen stellt, deshalb besondere Beachtung, weil sie vorzüglich zeigt, daß auch im nördlichen Teil des Wettersteingebirges Nordsüdbewegungen stattgefunden haben. Mag dieselbe hier nur unbedeutend sein, vielleicht lohnt es sich für den einen oder anderen der vielen Klammbesucher doch, auf sie kurz einzugehen.

Leider läßt sich nicht mit Sicherheit nachweisen, ob die Partnach den Eintritt in die Klamm auf einer nordsüdstreichenden Querverwerfung nimmt. Ich halte diese Annahme zwar für berechtigt, spreche aber der Verwerfung keine große Sprunghöhe zu; denn während die beiden Talseiten im Eingang zur Klamm ungefähr das gleiche Bild aufweisen, gelingt es nicht, die Gesteinslagen sowohl der Partnachschichten wie des Muschelkalks von der einen zur anderen Talseite zu verfolgen, ohne nicht mindestens eine starke Flexur anzunehmen. Auch das nachstehend beschriebene tektonische Bild gilt nur für das gegenüberliegende, d. i. westliche Flußufer. Man sieht dort den Muschelkalk auf einer gegen Norden unter ungefähr 45° einfallenden Spalte die Partnachschichten überschieben. In dieser Richtung, also nordwärts gegen die Tiefe, gabelt sich die Spalte in zwei Äste, von denen der obere in eine Schichtfläche übergeht, während der untere die Schichten schräg durchschneidet. Ferner sieht man aus dem Bachbett heraus an die untere Spalte dünnschieferige Kalke in senkrechter bis steil nach Süden überkippter Stellung stoßen, die

als ein Übergangssediment vom Muschelkalk zu den Partnachschichten das einzige sichtbare Stück Südschenkel des Muschelkalkgewölbes darstellen.

Die Gesamtheit der hier beschriebenen Erscheinungen zeigt, daß das von der Partnach durchbrochene Muschelkalkgewölbe einen sehr ungleichen Bau besitzt. Während von der Mitte der Klamm flußabwärts der Nordschenkel desselben sich in ungestörter Weise und mit gleichmäßiger Krümmung zur Tiefe neigt, schließt sich flußaufwärts bis zum oberen Eingang in die Klamm ein großes, flach gelagertes Firststück an, das am Eingang selbst dem dort steil aus der Tiefe aufsteigenden Südschenkel in südlicher Richtung ein kurzes Stück aufgeschoben ist.

Bis über die Mündung des Ferchenbachs hinaus wandert man nun in Partnachschichten, an deren Struktur man deutlich erkennen kann, daß auch sie von Nordsüdbewegung erfaßt worden sind, z. B. kurz vor Überschreiten des genannten Bachs an einigen harten Kalkbänken, die den dünnen Schiefern eingelagert sind und diese entsprechend gepreßt und transversal geschiefert haben.

Dann erreicht man die Linie, die, von Reis als eine bedeutende longitudinale Störung gedeutet, die Partnachschichten südwärts gegen die Raibler Schichten begrenzt. Infolge einer die Partnach begleitenden Querstörung bezw. Transversalverschiebung liegt diese Linie auf der östlichen Talseite südlicher als wie auf der westlichen.

Obwohl ich es mir aus schon genannten Gründen versagen mußte, die beiderseitigen steilen Talhänge zu begehen, so glaube ich doch, den in der weniger gut aufgeschlossenen Talsohle gewonnenen Eindruck über den Kontakt zwischen Partnach- und Raibler Schichten bekannt geben zu dürfen; dies um so mehr, als es sich nicht um eine neuartige Beobachtung, sondern nur um die Bestätigung einer an anderer Stelle gewonnenen Anschauung handelt. Wie im Laingraben auf der Nordseite des Wamberg—Hammersbacher Sattels, so ist auch auf der Südseite desselben in der Partnach zwischen den Partnach- und den Raibler Schichten, insbesondere dem Raibler Sandstein keine tektonische Kluft, sondern ein allmählich sedimentärer Übergang zu beobachten. Auch hier

wurde zwischen diesen beiden Stufen vermutlich kein Wettersteinkalk ausgebildet.

7. Beobachtung bei Klais.

Das als „Am Berg“ bezeichnete östliche Ende des Wamberger Rückens wird von einem kleinen Bach umspült, der auf der Südseite des Rückens den sogen. „Köchelgraben“ eingeschnitten hat. Dicht neben dem Graben auf dessen Nordseite verläuft nach Reis' Karte die Grenze zwischen Partnach- und Raibler Schichten. Die Grenzlinie ist tektonisch, und zwar der östliche Anfang der großen longitudinalen Störung, von der bei der vorangegangenen Beobachtung südlich der Partnachklamm soeben erst die Rede war.

Um die Verhältnisse im Köchelgraben kennen zu lernen, folgte ich dem schmalen Zug Raibler Sandsteins, der den Raibler Kalk des Köchelbergs von den Partnachschichten des „Am Bergs“ trennt. Da der Graben im Sandstein verläuft, so stieg ich auf der südlichen Grabenseite längs der Grenze gegen den Raibler Kalk an, auf der nördlichen längs der gegen die Partnachschichten ab. Auf ersterer Strecke fällt einem auf, daß in vollkommener Übereinstimmung mit dem Verlauf des Grabens der Raibler Kalk N 60° O streicht und unter 50—70° südwärts einfällt[1]. Der nördlich an ihn grenzende Sandstein bildet also sein normal Liegendes. Auf der letzteren Strecke läßt der dichte Waldbestand zunächst keinen deutlichen Einblick in den Schichtenbau gewinnen. Insbesondere ist die genaue Lage der Grenzlinie zwischen Raibler Sandstein und Partnachschichten nicht zu erkennen. Am unteren Ende des Grabens aber, wo infolge einer Wendung des Bachs aus der Nordost- in die Nordrichtung die Schichten nicht mehr im Streichen, sondern quer dazu angeschnitten werden, läßt sich plötzlich die Schichtenfolge sehr gut erkennen. Auf den mäßig steil gegen Süden einfallenden, dünnschieferigen Partnachmergeln liegt in gleicher

---

[1] Es sei bemerkt, daß die Grenzlinie zwischen Raibler Sandstein und Raibler Kalk nächst der Mittenwalder Straße etwas nördlicher liegt, als wie Reis' Karte angibt. Wo die als $q^{1\,d}$ bezeichnete Niederterrasse südöstlich vom Weigmann-See mit einer stumpfen Spitze ins Gebirge greift, herrscht südlich von ihr nach meiner Beobachtung nur Raibler Kalk.

Weise ein grauer, dünn gebankter, harter Kalk von etwa 2 m Mächtigkeit, darüber der Sandstein.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen des Laingrabens und denjenigen südlich der Partnachklamm ist also am unteren Ende des Köchelgrabens zu beobachten, daß zwischen den Partnachmergeln und dem Raibler Sandstein kein allmählich sedimentärer Übergang, sondern eine durch eine Kalkbank gekennzeichnete scharfe Trennung besteht.

Es fragt sich nun, ob die Reihenfolge Mergel, Kalk, Sandstein eine primär-stratigraphische oder eine sekundär-tektonische ist. Letzteres nimmt Reis an; aber aus seiner Karte und seinen Mitteilungen ist nicht zu ersehen, zu welchem der beiden tektonischen Teile er den Kalk stellt. Grenzt er normal an den Sandstein und ist er den Partnachschichten aufgeschoben, oder grenzt er normal an letztere und ist von ersterem überschoben?

Nach meiner Ansicht lassen die örtlichen Verhältnisse zwar erste Annahme zu, aber dies nur für ein ganz bescheidenes Schubmaß. Denn berücksichtigt man einerseits das ganz harmonische Streichen und Fallen der Schichten, andererseits deren kaum gestörtes Aussehen, dann kann man höchstens eine kurze Gleitbewegung der harten Kalke über die weichen Mergel für möglich halten. Von der Richtung dieser Bewegung sei aber nebenbei bemerkt, daß sie nur die Vermutung zuläßt, südnördlich zu sein.

Das Ergebnis dieser letzten Beobachtung ist also, daß im Köchelgraben bei Klais ungestörte, oder so gut wie ungestörte Stufenfolge herrscht, und daß die dort zwischen den Partnachmergeln und dem Raibler Sandstein liegende Kalkbank nur eine lokale Sonderbildung darstellt. Vermutlich handelt es sich um eine der Kalkbänke, die man in den Partnachschichten in jedem Niveau, folglich auch als ihre höchste Schicht antreffen kann.

Aus dieser Beobachtung in Verbindung mit der 3. und 6. kann folgender Schluß gezogen werden: Scheinbar im ganzen Bereich des Wamberg—Hammersbacher Gewölbes bilden die Raibler Schichten bei Fehlen des durch die Partnachschichten ersetzten Wettersteinkalks das normal Hangende der letzteren

Schichten. Da die Erosion das in sich gefaltete Gewölbe im Osten stärker abgetragen hat wie im Westen, so liegen Muschelkalk und Partnachschichten des Gewölbekerns dort am Wamberg in breiter Zone, hier zwischen Risserkopf und Kreuzjoch nur in schmaler Zone frei zutage.

Über die Entstehungsgeschichte des Gebirges.

a) Geschichte der Meere.

In bezug auf den Mechanismus der Gebirgsbildung, dem nach meiner Ansicht das Wettersteingebirge seine Entstehung verdankt, stimmen meine hier beschriebenen diesjährigen Beobachtungen mit den vorjährigen gut überein. Mit Berücksichtigung der für mich neuen Auffassung des stratigraphischen Fehlens des Wettersteinkalks im nördlichen Gebirgsteil lassen sie sich in folgender Weise kurz zusammenfassen:

Zur Zeit des Muschelkalks (im engeren alpinen Sinn) breitete sich über das ganze Wettersteingebiet ein gleichförmiges Meer aus, so daß die in ihm gebildeten Sedimente überall den gleichen Charakter tragen.

Bodenschwankungen — seien es Hebungen des einen oder Senkungen des anderen Meeresteiles — brachten noch vor Beginn der Obertrias derartige Veränderungen mit sich, daß auf dem Muschelkalk des südlichen Wettersteingebietes ein gewaltiges Diploporen-Korallenriff wuchs, das später zum Wettersteinkalk wurde, während auf dem nördlich angrenzenden Muschelkalkgebiet die mergeligen Partnachschichten niedergeschlagen wurden. Gegen Mitte der Obertrias glichen sich die Schwankungen wieder aus, und über dem ganzen Wettersteingebiet, hier über dem Wettersteinkalk, dort über den Partnachschichten, breiteten sich mit großer Gleichförmigkeit zuerst die Raibler Schichten, dann der Hauptdolomit, zuletzt das Rhät aus.

Anfangs der Juraformation setzten Schwankungen neuerdings ein. Im Norden wurde Meeresboden trockengelegt, so daß dort die Sedimentation vorübergehend aufhörte. Im Süden sank er in noch größere Tiefe. Wie lange diese Verhältnisse anhielten, ist ungewiß. Vermutlich sank das nördliche Gebiet bereits zur Liaszeit wieder unter den Meeresspiegel, so daß

die Sedimente dieser Stufe über das teilweise schon erodierte Rhät transgredierend zu liegen kamen, und zwar von Süden her übergreifend.

Was die Kreide- und die Tertiärzeit dem nördlichen Wettersteingebiet an sedimentären Bildungen brachte, und ob überhaupt in ihm Sedimente von diesem Alter gebildet wurden, darüber gibt das heutige Gebirge keine Auskunft.

b) Die Gebirgsbewegungen.

Nun begann die Zeit der großen Gebirgsbewegungen (vergl. im folgenden die Fig. 4 und 5). Meridional gerichtete Kräfte leiteten dieselbe im Oligocän mit der Erzeugung eines ostwestlich streichenden Faltensystems ein. Eine große Falte mit nördlich gelegenem Gewölbe und südlich gelegener Mulde beherrschte schon damals, wie noch heute, den geotektonischen Grundplan fast des ganzen Wettersteingebietes. Dieser Falte kommt nicht nur wegen ihrer Größe besondere Bedeutung zu, sondern auch wegen des Umstandes, daß sich in ihr jener große Fazieswechsel vom Wettersteinkalk zu den Partnachschichten vollzieht. Die Wettersteinmulde gehört, wie der Name schon sagt, dem Faziesbezirk des Wettersteinkalks an, das Wamberg—Hammersbacher Gewölbe dem der Partnachschichten.

Unter anhaltender Wirksamkeit der Südnordkräfte und der ihnen entgegen gerichteten Nordsüdkräfte erlitten nun die Faltenzüge des sich immer mehr herausbildenden Wettersteingebirges erhebliche Störungen. Die einen Züge wurden in sich weitergefaltet, die anderen von Spalten zerrissen und geschuppt. Für die Verschiedenartigkeit dieser Vorgänge, nämlich von Faltung und Schuppung, lag eine wichtige Ursache in den herrschenden Faziesdifferenzen, insbesondere denen der Trias.

Im nördlichen Gebiet, wo die Stufe des spröden Wettersteinkalks von weichen Partnachschichten eingenommen wird, konnte ein höherer Grad der Faltung erreicht werden als wie im südlichen Gebiet. Dort wurde daher das Wamberg—Hammersbacher Gewölbe in sich gefaltet (was in Fig. 5 nicht zum Ausdruck kommt), und mehrere die Partnachschichten in ostwestlicher Richtung durchstreichende Muschelkalkzüge

bezeichnen heute dessen lokale Teilaufwölbungen. Auch die an diese ältere Trias sich nördlich anlehnende jüngere, bestehend aus Raibler Schichten, Hauptdolomit und Rhät, erlitt in ähnlicher Weise eine gesteigerte Faltung. Auf die zuletzt genannten Faltungserscheinungen wurde bereits von Reis hingewiesen.

Im südlichen Gebiet, wo der Wettersteinkalk eine besonders große Mächtigkeit besitzt, konnte die Faltung keinen hohen Grad erreichen, und frühzeitig stellte sich hier Schuppenbildung ein. Die größten Schuppen sind: Die Mieminger Schuppe, die Gehren—Arnspitzen-Schuppe und die Wetterstein-Schuppe. Letztere ist ident mit der vorerwähnten Wettersteinmulde, die mit dem nördlich neben ihr liegenden Wamberg—Hammersbacher Gewölbe zu einer vollständigen Falte verwachsen ist. Von der Bewegungsweise der drei genannten Schuppen ist hervorzuheben, daß sie teils nach Norden, teils nach Süden gerichtet ist. Die Wetterstein-Schuppe[1] führte einen Schub in südlicher Richtung aus, die Mieminger Schuppe einen solchen in nördlicher Richtung. Die zwischen ihnen liegende Gehren—Arnspitzen-Schuppe geriet mit ihrem westlichen Ende unter den Einfluß der Wetterstein-Schuppe und führte an diesem Teil eine Bewegung gegen Süden aus; im Osten hingegen, wo ihre Hauptmasse mit der Mieminger Schuppe eng verwachsen ist, bewegte sie sich mit dieser zusammen gegen Norden. Von dem zwischen Wetterstein- und Gehren—Arnspitzen-Schuppe gelegenen schmalen Streifen jüngerer Sedimente sei gesagt, daß ich ihm muldenförmige Gestalt zuspreche.

Als die meridionalen Kräfte keine Wirksamkeit mehr hatten, traten die äquatorialen in Tätigkeit. Wie jene Südnord- und Nordsüdbewegungen hervorzubringen vermochten, so erzeugten diese Kräfte Bewegungen sowohl in Ostwest- wie in Westostrichtung.

Im südlichen Wettersteingebiet scheinen die äquatorialen Bewegungen nur von Osten nach Westen gerichtet gewesen

[1] Als Abspaltungen innerhalb der Wetterstein-Schuppe oder Schuppen zweiten Grades können nach Reis' Karten folgende Gebirgsmassen aufgefaßt werden: a) Hochwanner—Oberrheintalschrofen, b) Dreitorspitz—Wettersteinwand, c) Frauenalp-Kopf, d) Schachenalp—Zirbelkopf.

zu sein. Dort hat die Wetterstein-Schuppe teils für sich allein entlang der Gehren—Arnspitzen-Schuppe, teils mit dieser zusammen entlang der Mieminger Schuppe eine westwärts gerichtete Schubbewegung ausgeführt. Hierdurch erhielten die beiden erstgenannten Schuppen eine gemeinsame südnördlich streichende westliche Stirnspalte.

Im nördlichen Wettersteingebiet waren die äquatorialen Bewegungen sowohl gegen Osten wie gegen Westen gerichtet. In jener Richtung bewegten sich nach erfolgter schuppenförmiger Abspaltung vom Untergrund die Triasmassen des Kramers und des Katzensteins, und auch die Törlen-Masse dürfte als eine solche gegen Osten bewegte Schuppe aufgefaßt werden. In dieser, d. h. in westlicher Richtung bewegten sich die nördlich der Mittenwalder Straße gelegenen Triasmassen des Ameisberges. Ferner ist bei der Zug-Gasse Ostwestschub zu beobachten, wo sich die Partnachschichten des Wamberg—Hammersbacher Gewölbes dem Westschub der benachbarten Wettersteinmulde bezw. -Schuppe angeschlossen hatten.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß das Charakteristische im Mechanismus der Wettersteingebirgsbildung die nach allen vier Himmelsrichtungen erfolgten Bewegungen der Massen sind, von denen keine einzige ein großes Ausmaß weder zu besitzen braucht noch zu besitzen scheint. Zwar nicht einfach ist unter diesem Gesichtspunkt der geologische Bau des höchsten bayerischen Gebirgsstocks; aber die Komplikationen, die er besitzt, trägt er in der Mehrzahl so klar und deutlich zur Schau, daß man an ihnen nichts in hypothetischer Weise zu deuten braucht, solange man an den von der Natur gebotenen Aufschlüssen nur das sieht, was sie dem Beobachter zeigen.

München, im Mai 1915.

Fig. 1. Rhätaufschluß bei Partenkirchen.
K = Kössener Schichten, o r = oberer Rhätkalk (bezw. Dachsteinkalk), i = Jura

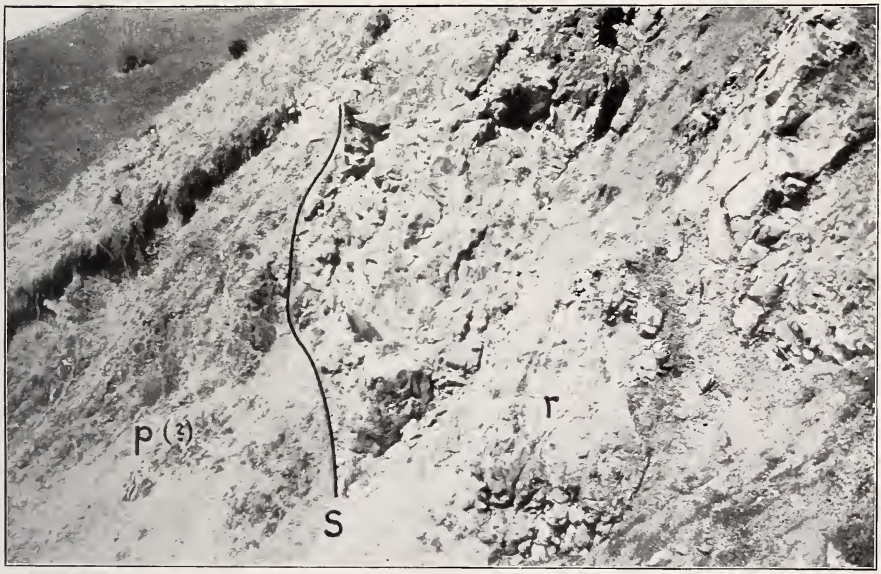
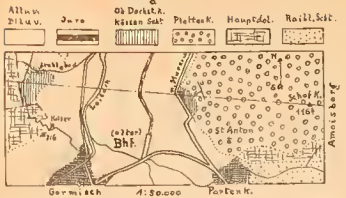


Fig. 2. Raibleraufschluß an der Mittenwalder Straße.
r = Raibler Kalk, p = Partnachmergel (vielleicht auch mit Raibler Alter),
s = Störungsfläche.

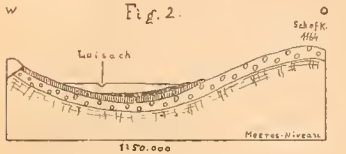
H. Mylius: Ein Beitrag zum geologischen Bau des Wettersteingebirges.

Fig. 1.



—— Überschbg —·— Vorwerfg —··— Prof. Fig. 2.

Fig. 2.

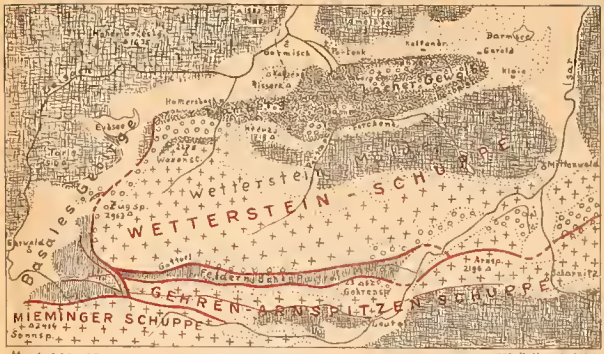


Zeichenerklg. wie bei Fig. 1.

Fig. 5

Schemat. Profil durch das Wettersteingebirge

Geologische Kartenskizze des Wettersteingebirges, gez. von H. Mylius mit Benützung der Karte von O. M. Reis.


Wetterstein-Schuppe
Wettersteinkalk
Gehrensp.
Mieminger Schuppe
Arnspitzen-Schuppe
Hochwanner
Zugsp.
Sonnsp.
Arnsp.
Gehrensp.
Hochalm
Hochalm
Hochalm

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 1916

Autor(en)/Author(s): Mylius Hugo

Artikel/Article: Ein Beitrag zum geologischen Bau des Wettersteingebirges. 10-40