

Landeskündliche Forschungen
herausgegeben von der Geographischen Gesellschaft in München
Heft 22

Berge von scheinbar ortsfremder Herkunft in den bayerischen Alpen

Von

H. Mylius

Mit 3 Tafeln



München 1914

Kommissionsverlag: J. Lindauersche Univers.-Buchhandlung
(Schöpping)

Berge von scheinbar ortsfremder Herkunft in den bayerischen Alpen.

(Mit 3 Tafeln.)

Von H. Mylius.

Allgemeines über die Entstehung von Klippen und Fenstern.

(Hierzu die Figuren 1—4 der Tafel 11.)

Zweifellos gibt es in den Alpen zahlreiche geotektonische Erscheinungen, die der Geologe als „Klippen“ und „Fenster“ deuten darf. In beiden Fällen handelt es sich um zwei durch eine tektonische Fläche scharf voneinander getrennte Gesteinsmassen, von denen die eine der anderen gegenüber „ortsfremd“ ist. Die andere oder die „autochthone“ nimmt dieser gegenüber eine tiefe Lage ein; sie ist von ihr, sei es durch einen Überfaltungs- oder einen Abspaltungsvorgang deckenförmig überlagert, bezw. überschoben worden. Man sagt auch, daß die ortsfremde Masse auf der autochthonen „schwimmt“. Bei der „Klippe“ handelt es sich um ein von der Schubmasse durch die Erosion vollkommen abgetrenntes Gesteinsvorkommen, das auf dem autochthonen Gebirge in ähnlicher Weise schwimmt, wie eine Eisscholle auf dem Wasser. Beim „Fenster“ hingegen hat die Erosion in die Schubmasse ein Loch hineingearbeitet, so daß durch dieses das autochthone Gebirge wie durch ein Fenster hindurchblickt (Fig. 1).

In der modernen Alpengeologie spielen die Klippen und Fenster deshalb eine besonders wichtige Rolle, weil durch sie auf die Größe der Schübe geschlossen wird. Diese soll nicht selten über 100 km betragen. Als klassische Beispiele seien hier nur die nordschweizerischen Klippen und das Unterengadiner Fenster genannt. Handelt es sich aber tatsächlich bei diesen Erscheinungen um echte Klippen und um ein echtes

*

Fenster, so wie es die beiden Skizzen der Fig. 1 in grobschematischer Weise veranschaulichen? Die meisten Alpengeologen bejahen die Frage, nur wenige sind anderer Ansicht. Gleichgültig nun, ob jene viele oder diese wenige recht haben, die auf weiten Schüben basierenden modernen Theorien haben die eine für die wissenschaftliche Erforschung der Alpen unbedingt nachteilige Folge gehabt, daß durch Annahme von Klippen und Fenstern viele Berge für ortsfremd erklärt wurden, während andere Möglichkeiten, selbst wenn sie naheliegend waren, keine Aufmerksamkeit fanden.

Vorliegende Schrift soll zeigen, daß das Gesagte für einige Berge aus den bayerischen Alpen zutrifft, wobei auch die angrenzenden Tiroler Gebiete in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden müssen. Ehe auf die Beschreibung der lokalen Verhältnisse eingegangen wird, muß aber noch mit einigen weiteren Worten das Wesen der Klippen und Fenster besprochen werden.

Wenn die Erosion in eine schwimmende Schubmasse ein Fenster hineingearbeitet hat, so kann es vorkommen, daß bei fortschreitender Erosion das Fenster nicht mehr allseitig geschlossen bleibt, sondern nach einer Seite hin geöffnet wird. Die Bezeichnung Fenster ist dann zwar noch zulässig, doch muß von ihm gesagt werden, daß es kein vollkommenes mehr ist, sondern daß es sich um ein „geöffnetes Fenster“ handelt. Mit diesem überreifen Stadium des Fensters entwickelt sich gleichzeitig das halbreife Stadium einer Klippe. Denn würde die Erosion auch in entgegengesetzter Richtung den Fensterrahmen zerreißen, dann wäre die fertige Klippe vorhanden; so aber ist diese noch an der Schubmasse angewachsen und soll deshalb als „angewachsene Klippe“ bezeichnet werden¹⁾ (Fig. 2).

Geöffnete Fenster und angewachsene Klippen sind dasjenige Stadium der Fenster und Klippen, dem man in den Alpen wohl am häufigsten begegnet. Auch in den bayerischen und den ihnen benachbarten Tiroler Alpen spielen sie eine wichtige Rolle; und für die Beispiele, die uns aus diesem alpinen Grenzgebiet besonders beschäftigen werden, kommt in erster Linie dieses Sta-

¹⁾ Der Entstehung einer Klippe muß die eines Fensters nicht unbedingt vorausgehen. Die Klippe kann auch durch von zwei Seiten oder auch nur von einer Seite rückschreitende Erosion von der Schubmasse abgeschnitten werden.

dium in Betracht. Aber wieder muß man die Frage aufwerfen: Handelt es sich bei den betreffenden bayerischen Bergen, die nach den neuesten Forschungen für ortsfremd erklärt wurden, tatsächlich um echte „geöffnete Fenster“ und um echte „angewachsene Klipperr“? Oder kann ein anderer Bewegungsmechanismus Gebirgsformen erzeugt haben, bei denen nur die äußeren Bilder sich mit Fenstern und Klippen vergleichen lassen, während ihre inneren tektonischen Werte ganz andere sind?

Dem Ergebnis der Beobachtungen vorgreifend, bejahe ich die Frage und begründe dies folgendermaßen. Trotz der Angriffe, die sich in den letzten Jahren gegen die Kontraktionstheorie mehren, halte ich diese für die geeignetste, um die Entstehung der Faltengebirge zu erklären. Sie ist zwanglos und enthält nach meiner Ansicht die geringste Zahl von Widersprüchen. Auch den einen Grund, den man mit Vorliebe gegen sie ins Feld führt, nämlich die Einseitigkeit des Gebirgsbaues, also in den Alpen die nach Norden gerichteten Überfaltungen und Überschiebungen, halte ich nicht für stichhaltig. Gibt es nicht sowohl in den nördlichen, wie in den südlichen Kalkalpen, wie auch in den Zentralalpen sehr ansehnliche und durchaus einwandfreie nach Süden gerichtete Überfaltungen und Überschiebungen? Wenn der moderne Geologe diese als eine Stauerscheinung, als „Rückstau“ oder „Rückfaltung“ bezeichnet, und sie zu einer sekundären Begleiterscheinung der einseitigen Vorwärtsbewegung macht, so ist eben diese Auffassungsweise sichtlich seinem Wunsche entsprungen, die einseitige Bauweise in einem möglichst reinen Lichte vorzufinden. Auch die ostwestlich gerichteten Bewegungen, die in den Alpen und zwar insbesondere im Grenzgebiet zwischen Ost- und Westalpen weite Verbreitung besitzen, sprechen durchaus nicht für einen einseitigen Bau derselben. Ja selbst westöstlich gerichtete Bewegungen können in ihnen beobachtet werden, doch scheinen dieselben nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die in den Alpen nach allen vier Himmelsgegenden gerichteten Bewegungen sind jedenfalls in ihrer Gesamtheit eine Erscheinung, die sich mit der Kontraktionstheorie, die allseitige Druckwirkung voraussetzt, in besonders zwangloser Weise in Einklang bringen läßt.

Mehrseitige und nicht einseitige Schübe sind es deshalb gewesen, denen die Alpen neben einer intensiven Faltung ihre Ent-

stehung verdanken; und zwar sind es verhältnismäßig sehr kurzere Schübe, die von allen Seiten erfolgt sind. Durch ein ganz bestimmtes und gesetzmäßiges, manchmal nur etwas kompliziert erscheinendes Zusammenwirken und Ineinandergreifen können aber solche „mehrsseitige kurze Schübe“¹⁾ weite Schübe vortäuschen; denn sie erzeugen geotektonische Bilder, die bei flüchtiger Betrachtung für Klippen und Fenster gehalten werden können, die aber, was wenigstens die vorgenannten und andere berühmte Muster betrifft, bei sorgfältigem Studium erkennen lassen, daß sie in der Mehrzahl mit solchen gar nichts zu tun haben.

Um die Entstehung der geöffneten Fenster und der angewachsenen Klippen zu verstehen, so wie sie uns nun gleich in den bayerischen und Tiroler Bergen als Täuschungen begegnen werden, braucht man sich nur folgenden Bewegungsmechanismus zu vergegenwärtigen: Süd-nördlich gerichtete Kräfte und deren Gegenkräfte erzeugen ein ostwestlich streichendes Falten-system. Beide Kraftsysteme sind wirksam und es entstehen Überschiebungen, die sowohl von Süd nach Nord, wie von Nord nach Süd gerichtet sind. Der schematische Querschnitt der Fig. 3, der auf die vierfach vergrößerten Grundrisse der Fig. 2 (Linie A-B) und 4 (Linie A-B) paßt, veranschaulicht, daß bereits durch diese zweiseitigen Bewegungen diejenige geotektonische Erscheinung in wichtigen Zügen angelegt ist, die auf der Bergoberfläche Fenster und Klippen vortäuschen kann²⁾. Die Täuschung eines Fensters wird nun eine vollkommene, wenn die beiden sich aufeinander zu bewegenden Massen sich so sehr nähern, daß sie sich an einer Stelle mit ihren Stirnen berühren oder sogar gegenseitig überschieben und damit an dieser Stelle das Fenster nach einer Seite hin scheinbar schließen, während es nach der anderen

¹⁾ Über die „Theorie der mehrseitigen kurzen Schübe“ vgl. H. Mylius, „Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen“ II. Tl. „Beobachtungen zwischen Maienfeld und Tiefenkaastel“, München 1913.

²⁾ In Fig. 3 sind die beiden äußeren, also die Süd-nord-Überschiebungen als Faltenüberschiebungen, die mittlere, die Nord-süd-Überschiebung dagegen als Bruchüberschiebung bzw. Abspaltung gezeichnet. Es sei darauf hingewiesen, daß in den Alpen auch nordsüdlich gerichtete Überschiebungen aus Überfaltungen hervorgegangen sind, während süd-nördliche auch Abspaltungen sein können.

Seite hin geöffnet bleibt. Die Täuschung einer Klippe kann umgekehrt in der Weise erfolgen, daß die beiden gegeneinander einfallenden Schubflächen sich nach einer Seite hin kreuzen und damit nach dieser die Klippe scheinbar zum Schwimmen bringen, während sie nach der anderen Seite hin an der Schubmasse angewachsen bleibt. Fig. 4 veranschaulicht, wie durch zweiseitige kurze Schübe vorgetäuschte „geöffnete Fenster“ und „angewachsene Klippen“ sich im Grundriß in Wirklichkeit ausnehmen. Gleichzeitig gibt die Figur zu erkennen, daß in dem durch sie dargestellten speziellen Fall die Nordsüd-Überschiebung, da sie von den Südnord-Überschiebungen abgeschnitten wird, älter wie diese sein muß.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß unter den vorgetäuschten Klippen und Fenstern viele, wenn nicht die Mehrzahl ihre Entstehung noch einer dritten Schubrichtung, nämlich der ostwestlichen verdanken, wodurch die Täuschung in vielen Fällen wesentlich erhöht wird. Hierüber soll aber erst an späterer Stelle berichtet werden.

Um einem Mißverständnis vorzubeugen, kann noch hervorgehoben werden, daß, wenn im folgenden die Ortsfremdheit einzelner Schubmassen bestritten wird, damit nicht die Annahme ihrer Ansässigkeit, sondern nur ihrer ortsnahen Herkunft verknüpft ist.

1. Kampenwand und Scheibenwand.

(Hierzu die Figuren 5—12 der Tafel 11).

Das Gebiet dieser beiden südlich vom Chiemsee gelegenen Berge wurde von Prof. F. Broili eingehend untersucht und in der Arbeit „Kampenwand und Hochplatte, ein Beitrag zur Geologie der Chiemgauer Berge“¹⁾ ausführlich beschrieben. Karte und Profile sind im Maßstab 1:25000 gezeichnet.

Zum leichteren Verstehen der folgenden Ausführungen gebe ich in Fig. 5 einen Ausschnitt aus der Karte wieder. Wegen der Ausführung der Karte in Schwarz statt in Farbig wurde dieselbe etwas einfacher gestaltet. Hauptdolomit und Rhät wurden zu einer einzigen Stufe zusammengezogen; desgleichen Neocom und Cenoman. Die weniger wichtigen Störungen wurden fortgelassen. Ausdrücklich muß bemerkt werden, daß die Über-

¹⁾ Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1913 Beilage Bd. XXXVII.

schiebungen, auf die es im folgenden hauptsächlich ankommt, in genauester Weise wiedergegeben sind. Von den Profilen gebe ich in Figur 6 das durch die Scheibenwand wieder. Von ihm gilt dasselbe wie von der Karte.

Wie Karte und Profil erkennen lassen, unterscheidet Broili im Kampenwand-Scheibenwandgebiet ein liegendes basales Gebirge und ein diesem übergeschobenes Deckgebirge. Während in letzterem die älteren Triasglieder mit Muschelkalk, Partnachschichten und Wettersteinkalk mächtig entwickelt sind, fehlen dieselben in jenem völlig; dafür trifft man in ihm die jüngeren Triasglieder von den Raiblerschichten¹⁾ an aufwärts, sowie die Gesteine des Jura und der Kreide.

Über den Bewegungsmechanismus, insbesondere die Herkunft des ortsfremden, denn außerhalb des untersuchten Gebietes abgelagerten Deckgebirges gibt Broili folgende Auskunft: bevor die eigentliche große alpine Faltung eintrat, schoben westöstlich gerichtete Kräfte auf einer gegen Osten schwach ansteigenden Fläche das Deckgebirge mit Kampenwand und Scheibenwand auf das basale Gebirge. Die Länge dieses Westostschubes, die unter Berücksichtigung bloß des untersuchten Gebietes ein Mindestausmaß von 11 km besitzt, würde sich als noch viel größer erweisen, wenn man auch die angrenzenden Gebiete mit in Betracht zöge. Erst nachher, d. h. als dieser Schub beendet war, trat die südnördlich gerichtete alpine Faltung ein; und diese legte das basale Gebirge mitsamt dem Deckgebirge in ein ostwestlich streichendes Faltensystem. Hierbei wurde selbstverständlich auch die die beiden Gebirgsteile trennende Schubfläche mitgefaltet.

Als nach vollendeter Gebirgsbildung und weit vorgeschrittener Abtragung des Deckgebirges sich das heutige Gebirgsrelief herausgebildet hatte, waren von jenem das Kampenwand-Scheibenwandmassiv, dem auch die Gederer Wand, der Brunnensteinkopf und die Überhängende Wand angehören, derart abgetrennt worden, daß es nur noch im Westen mit der Schubmasse in Zusammenhang blieb. Das Kampenwand-Scheibenwandmassiv ist also als eine im Westen „angewachsene Klippe“ zu bezeichnen. Inner-

¹⁾ In dem kleinen Kartenausschnitt der Fig. 5 sind die Raiblerschichten, die wie der Hauptdolomit beiden Gebirgsteilen angehören, zufällig umgekehrt auf das Deckgebirge beschränkt.

halb der Klippe waren bei der Steinbergalpe und im Priental zwischen Wassertal und Schwarzenstein fensterartige Öffnungen entstanden; und diese sind es in erster Linie, die die Annahme der Ortsfremdheit des Deckgebirges veranlassen.

Vergleicht man Broilis Karte mit seinen Profilen, so finden sich dieselben nicht überall in vollem Einklang miteinander. Besonders gilt dies von der Gestalt der Schubfläche, auf der das ortsfremde Deckgebirge schwimmen soll. Zwar ist die Fläche sowohl im Erdinnern, wie in der Luft überall punktiert und deshalb als hypothetisch bezeichnet. Ein gewisser Grad der Schematisierung mag deshalb hier gebilligt werden. Was einem aber an den Profilen mißfällt, ist die Tatsache, daß die an der Erdoberfläche austretende Schubfläche nicht naturgetreu, d. h. nicht mit der richtigen Neigung wiedergegeben ist; und zwar ist letztere in der Weise korrigiert, daß der schwimmende Charakter des Deckgebirges in weit stärkerem Maße zum Ausdruck kommt, als ihm gebührt.

Dem Profil durch Scheibenwand und Markkaser, das in Fig. 6 wiedergegeben ist, ist beispielsweise zu entnehmen, daß die Schubfläche an ihrem Südrand mit schwacher Neigung nach Norden, an ihrem Nordrand hingegen mit schwacher Neigung nach Süden, also beiderseits gegen das Deckgebirge hin schwach einfällt. Folgt man aber den beiden Randlinien des Deckgebirges auf der Karte, so macht man die Beobachtung, daß eher umgekehrt die beiden an der Erdoberfläche gelegenen Streifen der Schubfläche vom Deckgebirge her nach außen abfallen, daß also auch umgekehrt dieses letztere Gebirge eher die Rolle des basalen Gebirges zu spielen scheint. Aus der fast gesetzmäßig zu nennenden Regelmäßigkeit, mit der die südliche Antrittslinie der Schubfläche bei Überschreitung eines jeden Rückens nach Norden, bei Überschreiten einer jeden Talung nach Süden ausbiegt, läßt sich sogar mit verhältnismäßig großer Genauigkeit ausrechnen, welchen Winkel die Neigung besitzt. Am Markkaser beträgt er etwa 45° , was eine Korrektur an Broilis Profil von über 90° erfordert. Ähnliches gilt von der nördlichen Austrittslinie, deren Verlauf jedoch eine weniger gleichmäßige Neigung der Schubfläche verrät. Aber auch bei ihr ist das weite Ausbiegen nach Norden bei Überschreiten des Rottauer Tales auffällig und widerspricht einem schwachen südlichen Einfallen. Bei der Maiswand

hingegen, durch die unser Profil geht, und zu der die Linie von Hohenaschau her steil ansteigt, ist steiles Einfallen nach Süden erkenntlich.

Eine weitere Korrektur, die man berechtigt ist, an Broillis Profil, insbesondere dem der Fig. 6 vorzunehmen, ist die Faltung der Schubfläche unter der Scheibenwand, auf die allerdings im Text hingewiesen wird. Denn wenn in den tiefen Taleinschnitten beiderseits der Scheibenwand, nämlich im Priental und im Wirnbachtal, zwei Gewölbelinien so gut aufgeschlossen sind, wie es die Karte angibt, dann muß man annehmen, daß das betr. Gewölbe auch im Innern des Berges vorhanden ist.

In Fig. 6 habe ich nun eine Linie eingezeichnet, in der die Punkte 1—5 aus Broillis eigener Karte genauest berechnet sind; und diese Linie läßt erkennen, welche Faltengestalt der Schubfläche in der Tat ungefähr zukommt, wenn man bei Annahme eines ortsfremden Deckgebirges allen in der Karte zum Ausdruck gebrachten Erscheinungen in gerechter Weise Rechnung trägt.

Nun aber muß ich auf einige im Bereich der Scheibenwand gemachte Beobachtungen hinweisen, die sich mit dem nach der Linie 1—2—3—4—5 korrigierten Faltenbild der Fig. 6 zwar in Einklang bringen lassen und deshalb auch die Existenz einer ortsfremden „Kampenwand-Scheibenwanddecke“ nicht unmöglich machen; durch sie wird aber einer anderen Deutungsweise des gesamten Gebirgsbaues ein weiter Raum geöffnet. Und dieser Deutungsweise möchte ich deshalb den Vorzug geben, weil sie die zeitliche Aufeinanderfolge der Faltungs- und Überschiebungsvorgänge in solcher Weise voraussetzt, wie sie nach meiner Auffassung den allgemeinen Gesetzen der Gebirgsbildung am natürlichsten entspricht: die Überschiebungen stellen in den Alpen einen höheren Grad der Gebirgsbildung dar wie die Faltungen und haben deshalb jüngeres Alter; jedenfalls sind sie nicht vor diesen erfolgt.

Die beiden wichtigsten der gemachten Beobachtungen liegen ziemlich genau auf der geraden Verbindungslinie zwischen den beiden Punkten, in denen die hochaufgewölbten Austrittslinien von Broillis basaler Schubfläche des Deckgebirges einerseits im Wirnbachtal bei der Teufelskirche, andererseits im Priental südlich vom Wassertalgraben kulminieren. Diese Verbindungslinie

betrachte ich als eine tektonische Linie und zwar als eine Überschiebungslinie, die diejenige vom Südfuß des Raffens mit derjenigen vom Nordfuß der Überhängenden Wand verbindet. An dieser großen durchlaufenden Überschiebungslinie Raffens—Überhängende Wand werden die beiden kürzeren Überschiebungslinien aus dem Wassertalgraben und dem Wirnbachtal abgeschnitten. Letztere scheinen also die älteren Linien, erstere scheint dagegen die jüngere Linie zu sein.

Der Leser, der das hier Gesagte an Hand meiner kleinen Kartenskizze der Fig. 7 prüft, wird bei weiterer Überlegung vielleicht einen Widerspruch argwöhnen. Dieser wird sich bald lösen; und dem Leser kann ich vorerst nur sagen, daß die Überschiebungslinie Raffens—Überhängende Wand keine solche ist, wie man ihr in den Alpen häufig begegnet, sondern eine tektonische Seltenheit darstellt.

Um meine nun im folgenden beschriebenen Beobachtungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, gibt es kaum eine landschaftlich reizvollere und gleichzeitig bequemere Wanderung als die von Hohenaschau über die Schlechtenberger- und die Möslarnalpe zum Sattel zwischen Kampen- und Scheibenwand, von diesem südlich um den Gipfel der Scheibenwand herum zur Huberalpe und von dieser nördlich oder südlich um den Brunnensteinkopf herum nach Hohenaschau zurück. Die ganze Wanderung dauert abzüglich der Zeit, die man für geologische Studien verwendet, nur etwa 5 Stunden. Die Route ist in Fig. 5 eingezeichnet.

1. Beobachtung. Ungefähr in der Mitte der steilen Felswand, die sich vom Gipfel der Scheibenwand (1598 m) gegen Süden lang hinzieht, ist eine kleine sattelförmige Einkerbung deutlich ausgeprägt; diese wird von weichen, leicht verwitternden Gesteinen bedingt, die zwischen dem harten Wettersteinkalk verkeilt sind. Broilis Karte gibt hier das östliche Ende eines schmalen Raiblerzuges an; und wie aus seinem Profil ersichtlich ist (s. Fig. 6), sollen die Raiblerschichten dem Wettersteinkalk muldenförmig eingelagert sein. In der Tat trifft man knapp unter der Felskante, wenn man kaum einige Meter in die östliche Bergflanke hinabsteigt, ein gelbes, sandiges Gestein, das sehr wahrscheinlich den Raiblerschichten angehört. Aber in unmittelbarer Berührung mit ihm liegen hellgraue Kalkschiefer, die mit ihrer splittigen Bruchfläche so charakteristisch sind, daß

ich sie ohne Bedenken für Muschelkalk anspreche. Während nun einerseits dieser Muschelkalk, der bei einem so ungestörten Faltenbild, wie es Broili annimmt, nur im Liegenden des Wettersteinkalkes vorhanden sein sollte, auch in dessen Hangendem anzutreffen ist, ziehen sich umgekehrt die gelben sandigen Gesteine der Raiblerschichten, die nur in seinem Hangenden sein sollten, in einem schmalen Streifen schräg durch die Wand bis in sein Liegendes hinab. Die die Wand schräg durchziehende Linie, längs der Raiblerschichten und Muschelkalk in geringen Mengen innig miteinander verknüpft wurden, längs der starke, nur tektonisch zu deutende Diskordanzen zu beobachten sind, erweist sich als eine Überschiebungslinie, auf der die nördliche Wettersteinmasse (mit dem Hauptgipfel der Scheibenwand) die südliche von Norden her überschoben hat. Die Raiblerschichten der Quetschzone stammen vermutlich aus dem Hangenden des Wettersteinkalks der Scheibenwand; sie sind durch Überfaltung in sein Liegendes geraten. Der Muschelkalk der Quetschzone stammt hingegen aus dem Liegenden des südlich von der Überschiebungslinie gelegenen Wettersteinkalks; er ist durch den Überschiebungsvorgang bis in sein Hangendes hinaufgerissen worden. In Fig. 8 ist eine Profilskizze durch die Scheibenwand gezeichnet, so wie sie die Ostseite des Berges zu erkennen gibt. Längs der Schubfläche kann man ohne nennenswerte Schwierigkeit durch die Wand steigen.

Blickt man von einem günstig gelegenen Punkt oberhalb der Steinbergalpe, der eine freie Aussicht nach Norden, Osten und Westen gewährt, zur Scheiben- und Kampenwand hinüber, dann kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die nordwärts geneigte Schubfläche in der Ostwand des ersteren Berges und die ebenfalls nordwärts geneigte Schubfläche, die am Südfuß des letzteren Berges und des Raffens austritt, in der gleichen Ebene liegen. Zweifellos handelt es sich um die Stücke einer einzigen Schubfläche, deren Austrittslinie nur auf kurze Strecke durch Gehängeschutt verdeckt ist.

2. Beobachtung. Von der am Westabhang der Scheibenwand gelegenen Huberalpe führen zwei Pfade südwärts zur Überhängenden Wand. Wählt man den tieferen der beiden, der sich vom anderen sehr bald und noch im Bereich der Alpe trennt, so gelangt man nach etwa 5 Minuten und schwachem Ansteigen zu

einer nicht sehr stark ausgeprägten Bergrippe, die sich von Südosten und zwar dem nordöstlichen Ausläufer der Überhängenden Wand her in nordwestlicher Richtung zum Wassertalgraben hinabsenkt. In der Karte der Fig. 5 kommt die Bergrippe durch eine kleine Ausbiegung des Pfades nach Westen zum Ausdruck. Die letzten 20 m Wegstrecke unmittelbar bevor man die scharfe Kante der Rippe überschreitet, stehen längs des Pfades Muschelkalk und Raiblerschichten in unmittelbarem Kontakte an. Der Muschelkalk besteht abermals aus den typischen Kalkschiefern, die wir bereits von der ersten Beobachtung her kennen, ferner aus einem sehr reinen muscheligen-splittiger brechenden Kalk von sehr heller, weißlich-gelber Farbe und massiger Beschaffenheit. Dieser Kalk, den ich ursprünglich für Aptychen-Kalk hielt ¹⁾, denn er ist ihm zum Verwechseln ähnlich, bildet am Hirschenstein das unmittelbar Liegende der Partnachmergel, am Ostfuß der Scheibenwand das Liegende des Wettersteinkalkes ²⁾. Die Raiblerschichten bestehen aus typischer gelber Rauhwacke, die genau auf der Kante der Rippe ansteht, ferner aus schwärzlichen, lettig verwitternden Schiefertönen. Letztere wittern auch jenseits der Bergrippe nochmals aus der Wegböschung heraus, doch ist es unsicher, ob sie dort anstehen.

Die hier beschriebene 20 m starke Gesteinsfolge trägt durchaus den Charakter einer Quetschzone; und es fragt sich, in welchem Verbande sich dieselbe mit den ringsum anstehenden Gesteinen befindet. Nach oben und nach unten steht auf der Bergrippe Wettersteinkalk an; und zwischen diesem ist die Quetschzone mit Neigung gegen Südosten verkeilt. Verläßt man die Bergrippe, und setzt man seinen Weg südwärts gegen die Überhängende Wand weiter, so gelangt man aus den Raiblerschichten der Quetschzone unmittelbar in Muschelkalk. Dieser steht sowohl oberhalb, wie unterhalb des Weges in großer Mächtigkeit an, und zwar bildet er oberhalb des Weges den Kern eines nach Norden etwas überkippten Gewölbes, was auch aus Broil's Karte ersichtlich wird.

Die geologischen Verhältnisse südlich der Huberalpe lassen sich am besten in der Weise erklären, daß man eine nach

¹⁾ was meiner Auffassung vom Gebirgsbau noch besser entsprochen hätte.

²⁾ Vielleicht verdeckt der Gehängeschutt am Fuß der Wand die über dem Muschelkalk liegenden Partnachmergel.

Norden bzw. Nordnordwesten gerichtete Überschiebung von Muschelkalk und Wettersteinkalk über Wettersteinkalk annimmt. Von der aus Raiblerschichten und Muschelkalk bestehenden und in der Schubfläche gelegenen schmalen Quetschzone können jene aus dem Hangenden des Wettersteinkalkes der im Süden hoch gelagerten Schubmasse stammen; sie sind vermutlich durch einen Überfaltungsvorgang zum Liegenden des Kalkes geworden. Der Muschelkalk der Quetschzone wurde hingegen wahrscheinlich von dem im Norden tief gelagerten Wettersteinkalk aus dessen Liegenden losgerissen und durch die Schubmasse in dessen Hangendes hinaufgeschoben. Die Fig. 9 zeigt ein Profil durch die Überschiebung bei der Huberalpe, so wie es sich beim Anblick der Bergseite von Westen her erweist.

Ist es nun nicht wieder höchst auffällig, daß die bei der Huberalpe aufgeschlossene kleine Quetschzone, die ganz deutlich Schub aus Süden bzw. Südsüdosten verrät, genau in der Richtung der Überschiebungslinie vom Nordfuß der Überhängenden Wand liegt? Auch diese Linie entspricht einer nach Süden bzw. Südsüdosten geneigten Fläche, also einem nordwärts gerichteten Schube. Analog der bei der ersten Beobachtung ausgesprochenen Vermutung äußere ich auch hier die Ansicht, daß von der Huberalpe bis zum Prienbach hinab eine einheitliche Schubfläche durchzieht; leider ist ihr Austritt abermals streckenweise durch Gehängeschutt verdeckt.

Anschließend an diese beiden ersten Beobachtungen sei bemerkt, daß ich zwischen der Huberalpe und der Einsattelung südlich vom Gipfel der Scheibenwand keine Raiblerschichten anstehend beobachten konnte. Die kleine Mulde, in der man von der Alpe zum Sattel ansteigt, ist meist von Gehängeschutt erfüllt. Wo dieser zurücktritt, scheint nur Wettersteinkalk anzustehen.

3. Beobachtung. Der Weg von der Schlechtenbergeralpe zur Möslarnalpe führt westlich um den Hirschenstein herum, der aus Wettersteinkalk besteht. Nach Broilis Karte und seinem Profil durch die Scheibenwand (s. Fig. 6), das dicht am Hirschenstein vorbeigeht, liegt dieser Wettersteinkalk normal auf Muschelkalk, bzw. Partnachsichten. Wo jener Weg südlich vom Hirschenstein über einen kleinen, aber tief eingeschnittenen Tobel führt, machte ich nun folgende, von vorzüglichen Auf-

schließen begünstigte Beobachtung: Der Wettersteinkalk liegt, steil nordwärts geneigt, unmittelbar auf Muschelkalk. Dieser hat längs des Weges eine Mächtigkeit von etwa 20 m und überschiebt die unter ihm (statt über ihm) liegenden Partnachmergel. Die Schubfläche ist gut aufgeschlossen, ziemlich bis mäßig-steil nach Norden geneigt, von einem Rutschharnisch bedeckt, und unter ihr sind die Partnachmergel sehr stark verdrückt. Erst südlich vom Tobel, der sich in die Partnachmergel tief eingeschnitten hat, liegen diese normal auf dem Muschelkalk. Das am Hirschenstein aufgeschlossene Profil ist in Fig. 10 abgebildet.

4. Beobachtung. Neben dem westlichen Ende der Kampenwand liegt der Staffelstein. Zwischen jener und diesem geht ein bequemer Reitweg durch, auf dem folgendes zu beobachten ist: Hat man, von Westen herkommend, die tektonische Störung hinter sich, die nach Broilis Karte den Wettersteinkalk des Staffelsteins von demjenigen der Kampenwand trennt¹⁾, so gelangt man aus dem letzteren, den man nur knapp berührt, bald in Raiblerschichten, die mit ihrer gelben Farbe schon von weitem auffallen. Die Raiblerschichten sind steil nach Norden geneigt; und man kann von ihnen gerade noch annehmen, daß sie das Normal-Hangende des Wettersteinkalkes der Kampenwand bzw. diesem normal angelagert sind.

Sie herrschen aber nicht, wie aus Broilis Karte zu entnehmen ist, bis zur Steinlingalpe, sondern vorerst nur in einer Mächtigkeit von etwa 100 m; dann folgen abermals Wetterstein (?) — und dann Muschelkalk; und von diesen Gesteinen ist zu sehen, daß sie den an den Wettersteinkalk der Kampenwand angelehnten Raiblerschichten auf nach Nordosten geneigter Fläche aufgeschoben sind. Vermutlich handelt es sich um die südöstliche Fortsetzung derjenigen Störung, die nach Broilis Karte von der Schlechtenbergeralpe aus in west-nordwestlicher

¹⁾ Die steil nach Südwesten einfallende Kluft ist auf der Südseite der Kampenwand vorzüglich aufgeschlossen. Der Störung ist aber wohl nicht diejenige Bedeutung beizumessen, die man ihr nach Broilis Karte durch die Verschiebung der beiden Wettersteinmassen geben möchte; denn einerseits wird von ihr die große Überschiebungslinie am Fuß der Kampenwand nicht betroffen; andererseits ist am Staffelstein nicht viel von ihr zu sehen. Vermutlich spielen hier Überschiebungsvorgänge mit, von denen nun gleich die Rede sein wird.

Richtung streicht; und längs der der nördlich von ihr gelegene Wettersteinkalk gegen die südlich von ihr gelegenen Raiblerschichten ein hohes Niveau einnimmt. Leider verbieten die großen Weideflächen der Schlechtenbergeralpe, hier mehr wie eine Vermutung auszusprechen.

Von den letzteren beiden Beobachtungen habe ich in die Kartenskizze der Fig. 7 nichts eingetragen, sondern Broilis Karte unverändert beibehalten, da ich mich zu einer Korrektur nur dann entschlossen hätte, wenn ich die Überschiebungen auch im Streichen verfolgt hätte, wozu mir leider die Zeit fehlte; sie kommen deshalb nur im Profil der Fig. 11 zur Geltung.

5. Beobachtung. Südlich vom Gehöfte Wassertal im Priental stehen in dem Tobel, der unterhalb des Gehöftes in den Wassertalgraben mündet, Liasschiefer an (s. Fig. 7). Es sind die charakteristischen schwärzlichen Allgäumergel, die unter den Aptychenschichten ein Gewölbe bilden. Vermutlich handelt es sich um die westliche Fortsetzung des ebenfalls aus Lias und oberem Jura bestehenden Gewölbes, das mit einem Rhätkern von der Steinbergalpe im Wirmbachtal über das Ramseck nach Osten streicht. Die Liasschiefer, die am nördlichen Bachgehänge in einer kleinen Felswand entblößt sind, kann man aus der Tiefe des Prientales mit bloßem Auge erkennen.

Genau in der ostwestlichen Streichrichtung durch diese ein Gewölbe markierende Liasschiefer liegt am Moserbichl Triaskalk, die Broili ausschließlich als Muschelkalk bezeichnet, in denen ich aber auch noch andere Kalke, insbesondere Rhätkalk erkannte. Von dieser Trias nehme ich an, daß sie aus dem Kern des Juragewölbes stammt und durch dessen schnelles westliches Ansteigen, sowie durch Schuppung mit dem Jura in ein verhältnismäßig hohes Niveau geriet. Den Jura von der Gemeinde Bach und den vom Schwarzenstein fasse ich deshalb als zwei tektonisch verschiedene und durch die Trias vom Moserbichl voneinander getrennte Züge auf.

Ohne auf noch andere, mir weniger wichtig erscheinende Beobachtungen einzugehen, soll nun zunächst untersucht werden, wie sich diese 5 Beobachtungen mit der Existenz von Broilis ortsfremdem Deckgebirge vertragen. Dann aber will ich versuchen, dem Leser zu zeigen, daß es auf Grund dieser Beobach-

tungen noch eine zweite Erklärungsweise des Gebirgsbaues ohne die Annahme eines ortsfremden Gebirges gibt.

Die Beobachtungen 1 und 2 lassen sich mit Broilis Hypothese durch die Annahme in Einklang bringen, daß auf die intensive, nordsüdlich gerichtete Faltung, die die Schubfläche des Deckgebirges wie in Fig. 6 durch die Linie 1—2—3—4—5 angegeben krümmte, eine Schuppung des Deckgebirges erfolgte. Diese fand längs der Firstlinie der in der Mitte befindlichen Aufwölbung statt. Und zwar muß auf Grund meiner ersten Beobachtung von der Scheibenwand an östlich das nördliche Deckgebirge einen kurzen Schub über das südliche ausgeführt haben, während westlich von ihr auf Grund der zweiten Beobachtung umgekehrt das südliche Deckgebirge das nördliche überschob. Bei jenem Schube diente die Strecke 2—3, bei diesem die Strecke 4—3 der gefalteten alten Schubfläche den sich schuppenden Deckgebirgsteilen als Stücke ihrer neuen Gleitbahnen. Also nur oberhalb des Punktes 3 und in der Richtung der Bahnen 2—3 und 4—3 fand die eigentliche Schuppung des Deckgebirges statt.

Was die Entstehung der aus Muschelkalk und Raiblerschichten bestehenden Quetschzonen betrifft, die sowohl in der Einsattelung südlich von Scheibenwandgipfel, wie bei der Huberalpe zwischen Wettersteinkalk verkeilt sind, so läßt sich jeweils der Muschelkalk aus dem Liegenden des überschobenen Deckenstückes herleiten, die Raiblerschichten hingegen aus dem Hangenden des übergeschobenen Deckenstückes.

Auch die Beobachtungen 3 und 4 bieten der Annahme eines ortsfremden Deckgebirges an und für sich keine Schwierigkeiten. Sie lassen sich ebenfalls als eine auf die Faltung hin erfolgte nordsüdlich gerichtete Schuppung des Deckgebirges erklären.

Die Beobachtung 5 spielt für unsere Betrachtungen, insbesondere was das Vorkommen der Liasschiefer betrifft, keine wichtige Rolle; sie dient mehr als eine beachtenswerte Berichtigung von Broilis Karte. Tektonisch würde ihr mehr Bedeutung zukommen, wenn das Gebirge jenseits der Prien noch mit in den Kreis der Betrachtungen gezogen würde.

Ich gehe nun zu meiner Deutungsweise des Gebirgsbaues über. Dieser besteht in Schuppenstruktur; und zwar haben sich die Schuppen ebensowohl in der Richtung von Süd- nach Nord, wie in der von Nord nach Süd gegenseitig überschoben.

Das von uns in Betracht gezogene verhältnismäßig kleine Gebirgsstück läßt sich nach diesem Gesichtspunkt, nämlich nach der Richtung, in der sich die Schuppen bewegten, zwanglos in zwei Hälften zerlegen. In der nördlichen überschoben sich die Schuppen in der Richtung nach Süden, in der südlichen in der Richtung nach Norden. In jener Hälfte liegen die Scheibenschuppe, die Hirschensteinschuppe und die Schlechtenbergerschuppe mit Neigung nach Norden dachziegelförmig aufeinander; in dieser Hälfte tun dies, jedoch mit Neigung nach Süden, die Überhängende Wandschuppe, die Markkaserschuppe und die Dalsenschuppe. Bei dieser Bezeichnungsweise der Schuppen hielt ich mich lediglich an die Orte, durch die das Profil der Fig. 11 gelegt ist.

Entsprechend der durchschnittlichen Streichrichtung der Schichten, die nicht genau westöstlich, sondern westsüdwestostnordöstlich ist, ist auch die Schuppenbildung als der auf die Faltung erfolgende, nur stärkere gebirgsbildende Vorgang in gleicher Richtung erfolgt.

Auf der Linie Raffen-Schwarzenstein, die ebenfalls diese Richtung besitzt, näherten sich von Norden und von Süden die beiden Schuppenpakete in solchem Maße, daß sie sich auf einer mittleren Strecke mit ihren Stirnen berührten und schließlich auch noch gegenseitig überschoben. Bei dieser letzten Überschiebungsphase gelang es aber nicht etwa nur einer von beiden Massen, die andere auf der ganzen Berührungslinie allein zu überwältigen; sondern jede von ihnen tat dies nur dort, wo sie durch ihre größere Masse und ihre höhere Lage hierzu begünstigt war. So erklärt es sich ganz ungezwungen, daß die von Norden kommende Masse, die auf der Frontlinie im Osten, nämlich in Scheibenschuppe und Kampenschuppe, am stärksten entfaltet war, hier die Oberhand über die von Süden kommende schwächere Masse gewann. Diese hinwieder hatte im Westen in der Überhängenden Wand einen gewaltigen Felsriegel vorgeschoben, der seinerseits den gleichen Erfolg über die vor ihm liegenden schwächeren Massen erzielte.

Die Fig. 12 soll erkennen lassen, wie die aneinander gestoßenen Schuppen der Scheibenschuppe und der Überhängenden Wand sich durch gegenseitiges ganz kurzes Überschieben streckenweise verdeckt haben. Der Nordrand der südlichen Schuppe a b c d

e f verschwindet auf der Strecke d e unter der nördlichen Schuppe. Dieser ihr Südrand g b c d e h verschwindet auf der Strecke b c unter der südlichen Schuppe. Aus der Fig. 12 ist nun weiter noch zu ersehen, daß die scheinbar durchlaufende tektonische Linie a b c d e h, an der die Überschiebungslinien g b und f e scheinbar plötzlich abbrechen, und die an früherer Stelle als eine tektonische Seltenheit bezeichnet wurde, sich in Wirklichkeit aus zwei ganz verschiedenen Überschiebungslinien zusammensetzt, die auf der Strecke c d gleichsam miteinander verschweißt sind. — Von der gesamten Berührungsstrecke der beiden Schubmassen b c d e ist auffällig, daß sie dort liegt, wo das in der Tiefe vermutlich durchstreichende Gewölbe Ramseck—Steinbergalpe—Moserbichl eine Depression besitzt. In dieser sind die beiden Schubmassen, was auch begreiflich ist, am weitesten vorgestoßen und dadurch zur Berührung gelangt.

Damit wäre das Problem des Kampenwand-Scheibenwandgebietes auch ohne Annahme eines ortsfremden Deckgebirges gelöst; denn die Fenster im oberen Wirnbachtal und im Priental, die die Annahme eines solchen in erster Linie veranlassen, müssen nicht echt sein; sie lassen sich auch durch zweiseitige kurze Schübe als fensterartige Täuschungen erklären. An Ort und Stelle aus der Tiefe emporgeschobene und gegeneinander bewegte Schuppen haben durch ihren Anprall die Täuschung ausgeführt.

Eine wichtige Erscheinung, von der man kaum bestreiten kann, daß sie für meine Ansicht spricht, ist die Tatsache, die auch im Profil der Fig. 11 zum Ausdruck kommt, daß die nach Norden gerichtete Überschiebung der Überhängenden Wand noch von anderen Überschiebungen begleitet wird, die in gleicher Weise gerichtet sind. Und ebenso wird die nach Süden gerichtete Überschiebung der Scheibenwand noch von anderen Überschiebungen begleitet, die wie sie die gleiche Bewegungsweise erkennen lassen. Die gleichen Erscheinungen werden also in gleicher Weise gedeutet; und die nach einer Seite geschlossen erscheinenden Massenbewegungen bleiben geschlossen. Gewahrt bleibt auch der sicherlich berechnete Standpunkt, daß im allgemeinen die Neigung einer Schubfläche die Richtung angibt, aus der die betr. Schubmasse hergekommen ist.

Das wirklich raffinierte Spiel, das die gebirgsbildenden Kräfte

im Gebiet die Kampenwand und Scheibenwand getrieben haben, wiederholt sich im Wettersteingebirge in ungleich großartigerer Weise, wodurch dem Alpengeologen nahe gelegt wird, daß es für ernst genommen werden will.

2. Das Wettersteingebirge.

(Hierzu die Figuren 13—18 der Tafel 12.)

In jüngster Zeit stand für die süddeutschen Alpengeologen das Wettersteingebirge wiederholt im Zentrum ihres Interesses. Kein Wunder, daß dieser prächtige bayerische Gebirgsstock plötzlich zu verstärktem Besuche lockte, da er seit seiner Erforschung durch Oberbergrat O. M. Reis¹⁾ der Allgemeinheit in einer Weise erschlossen wurde, wie kaum ein anderes ostalpines Gebirge. Ampferer²⁾, der das Gebirge schon von früher her kannte, suchte es abermals auf. Schlagintweit³⁾ und v. Loesch⁴⁾ schenkten ihm ihre Aufmerksamkeit.

Auf die Ansicht jedes dieser Geologen hier im Detail einzugehen, würde zu weit führen. Es soll genügen, die von Ampferer und Schlagintweit zu berücksichtigen, die sich für unsere Zwecke am geeignetsten gegenüberstehen.

Bei den folgenden Ausführungen dient die Kartenskizze 1 : 100 000 der Fig. 13 als Unterlage. Dieselbe wurde nach Reis' Karte 1 : 25 000 ausgeführt und zwar ohne Stütze auf neue Lokalbeobachtungen; denn solche hatte ich während meiner Begehungen nicht zu verzeichnen, wenigstens keine nennenswerten. Inwieweit ich mich bei der Umzeichnung und Schematisierung der Karte auf den viel kleineren Maßstab von meinen eigenen Gedanken habe leiten lassen, insbesondere als

¹⁾ O. M. Reis, Erläuterungen zur geologischen Karte des Wettersteingebirges (mit Karte 1 : 25 000). Geognost. Jahreshfte, XXIII. Jahrg. (1910), München 1911.

²⁾ O. Ampferer, Geologische Beschreibung des Seefelder, Mieminger und südlichen Wettersteingebirges. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A., Wien 1905. — O. Ampferer, Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. Verhandlg. d. K. K. geol. R.-A., Wien 1912.

³⁾ O. Schlagintweit, Die Mieminger-Wetterstein-Überschiebung. Geol. Rundschau, Bd. III, Leipzig 1912.

⁴⁾ K. C. v. Loesch, Der Schollenbau im Wetterstein- und Miemingergebirge. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A., Wien 1914. (Die nach Inhalt mir unbekannt Arbeit ist erst im Druck und kann daher nicht berücksichtigt werden.)

ich mich genötigt sah, unter der großen Schar von Störungslinien die wichtigsten herauszugreifen, und als ich zum leichteren Lesen der nur in Schwarz und Rot gehaltenen Karte den Gehängeschutt stark reduzierte und Stufen, ja selbst Formationen komplexweise zusammenzog, das überlasse ich dem Urteil des Lesers, der die beiden Karten miteinander vergleicht.

Ich beginne mit Schlagintweits Deutungsweise des Gebirgsbaues, mit der ich am wenigsten gemein habe.

Die drei großen, hauptsächlich aus Wettersteinkalk bestehenden Gebirgszüge, die auch in Reis' Karte deutlich heraustreten, nämlich:

1. das eigentliche Massiv des Wettersteingebirges zwischen den Wettersteinspitzen im Osten und der Zugspitze im Westen nebst seiner östlichen Fortsetzung jenseits der Isar, der Vorderen Karwendelspitze,

2. der als südliche „Vorberge“ bezeichnete Wettersteinzug, der die Gehrenspitzen im Osten mit den Oberlähnsköpfen im Westen verbindet, und als dessen östliche Fortsetzung jenseits der Leutasch die Arnspitze, jenseits der Isar die Brunnsteinspitze zu betrachten sind,

3. das Miemingergebirge, das mit seinem Nordrand noch in das Kartenblatt tritt, auf dieser Linie aber nur im Westen aus Wettersteinkalk, im Osten hingegen aus Hauptdolomit besteht,

alle diese Berge gehören nach Schlagintweit einer ortsfremden Decke an, die aus dem Süden stammt. Er nennt sie die „Wettersteindecke“. Soweit diese untersucht werden konnte, „besteht sie nur aus älterer Trias bis Hauptdolomit einschließlich“. Im basalen Gebirge hingegen, das selbst auch ortsfremd¹⁾ ist, und nur der Wettersteindecke gegenüber basal genannt wird, „spielen jüngere Absätze vom Hauptdolomit bis hinauf in die Kreide ein große Rolle“. Diesem Gebirgsstück, auf dem die Orte Lermoos und Ehrwald stehen, gehört zunächst der große Hauptdolomitbezirk westlich von der Linie Ehrwald-Eibsee an, ferner der lange, schmale, hauptsächlich jurasisch-kretazische Streifen, der sich von Ehrwald ostwärts über das

¹⁾ Wie es mit der Ortsfremdheit des bayerischen Triasgebirges als Ganzes steht, s. Fußnote S. 466.

Scharnitzjoch bis ins Leutaschtal hinab erstreckt, und der als ein nach Westen geöffnetes Fenster in der Decke gedeutet wird. Vergleicht man Fig. 14 mit Fig. 13, so findet man aus ihnen leicht heraus, wie Schlagintweit die Grenzlinie zwischen seiner Wettersteindecke und seinem basalen Gebirge verlaufen läßt. An Hand der beiden Figuren und nach den vorangegangenen Darlegungen wird Schlagintweits Auffassung vom Bau des Gebirges in ihren großen Zügen jedem Leser verständlich geworden sein.

Es soll nun auf Schlagintweits Detailbeobachtungen¹⁾ eingegangen werden, von denen ich nicht unbemerkt lassen will, daß sie im allgemeinen dem Leser in sachlicher Weise vor Augen geführt wurden, indem auch diejenigen Erscheinungen Erwähnung fanden, die sich mit der Natur einer Decke und eines in ihr befindlichen Fensters nicht ganz leicht in Einklang bringen lassen.

1. Beobachtung. Die schmale Zone jüngerer Gesteine, die auf der Südseite des Wettersteingebirges zwischen dem Öfelekopf und dem Wetterwandeck von älterer Trias, teils Muschelkalk, teils Wettersteinkalk, überlagert wird, läßt sich kontinuierlich auf die Westseite des Gebirges verfolgen und fällt auch dort zwischen Wetterwandeck und Zugspitze unter die gleichen Gesteine ein.

2. Beobachtung. Im Puittal wird das aus Neocom bestehende Ostende dieser Zone nicht nur auf der nördlichen Talseite am Öfelekopf, sondern auch auf der südlichen, an den Nordhängen der Gehrenspitzen von Muschelkalk und Wettersteinkalk überlagert. „Nord- und Südseite des Puitentales sind genaue Spiegelbilder.“ „Die Notwendigkeit ist hier zwingend, die unter Gehrenspitzen und Öfelekopf austretenden Überschiebungslinien als Austritt ein und derselben Unterschiebungsfläche²⁾ zu begreifen, und Öfelekopf und Gehrenspitzen als eine ursprünglich zusammenhängende Schubmasse aufzufassen.“

3. Beobachtung. Der Wettersteinkalk des Gehrenspitzen-

¹⁾ Die Art und Weise, wie diese im Folgenden gruppiert und nummeriert sind, habe ich selbst vorgenommen, um mich später leichter auf sie beziehen zu können.

²⁾ Es ist mir nicht ganz begreiflich, warum Schlagintweit einerseits von einer „Über“-Schiebungslinie, andererseits von einer „Unter“-Schiebungsfläche spricht.

zuges und der des Miemingergebirges bilden zusammen eine Mulde, die „Gaistalmulde“, deren Kern im Osten aus Hauptdolomit besteht. *keine einwandfreie Mulde*

4. Beobachtung. Der Wettersteinkalk der Arnspitzen, der das Neocomfenster des Puittales nach Osten schließt, stellt nebst den ihn begleitenden Zonen von Muschelkalk und Hauptdolomit eine Verbindung her zwischen den Triaszügen des Wettersteingebirges und der Gehrenspitzen.

Auf Grund hauptsächlich dieser 4 Beobachtungen verleiht Schlagintweit der von ihm gehegten Vermutung, Mieminger- und Wettersteingebirge seien eine einzige Schubmasse, den Charakter der „Gewißheit“, ja selbst der „Wirklichkeit“.

Während diese 4 Beobachtungen tatsächlich für die Existenz einer ortsfremden Wettersteindecke sprechen, lassen sich die folgenden 4 von Schlagintweit selbst betonten Beobachtungen weniger gut mit ihr in Einklang bringen:

5. Beobachtung. Zwischen dem Scharnitzjoch und dem Feldernjöchl fällt „die Trias nach Norden und zwar nicht nur die, welche die jungen Schichten nördlich überlagert, sondern auch jene, die südlich an sie grenzt; letztere schießt also unter die jungen Schichten ein!“ Dies veranlaßt anzunehmen, daß die Wettersteindecke im Gebiet der Vorberge intensiv gefaltet und zwar nach Süden überfaltet wurde. Längs des Gaistals hat sie eine Einmuldung, längs der Vorberge eine Aufwölbung erlitten.

6. Beobachtung. Auf der gleichen Linie, nämlich zwischen Scharnitzjoch und Feldernjöchl wird der Wettersteinkalk des Wettersteingebirges von Muschelkalk unterlagert, der des Gehrenspitzenzuges hingegen von Raiblerschichten überlagert (infolge der unter 5 genannten Überfaltung über- statt ebenfalls unterlagert; bei der Betonung der verschiedenartigen Lagerungsweise kommt es also weniger auf diese selbst als auf das beteiligte Gesteinsmaterial an!). Eigentlich sollte aber die Decke längs den Fensterrändern mit den gleichen Gesteinen, also beiderseits entweder mit Muschelkalk oder mit Raiblerschichten an die Jura- und Neocomgesteine des Fensters grenzen. Um diese Erscheinung zu erklären, wird eine Schuppung der Decke als das wahrscheinlichste angenommen.

7. Beobachtung. Am westlichen Absturz des Karwendel-

gebirges gegen die Isar bei der Sulzleklamm, dann auf der westlichen Isarseite beim Bleibergwerk nordwestlich von Scharnitz und schließlich im Gaistal bei der Feldernalpe treten mitten in den alten Triasgesteinen der Wettersteindecke kleine Schmitzen junger Sedimente des Jura und der Kreide auf. Diese werden als „emporgepreßte Stücke des Untergrundes“, also des basalen Gebirges aufgefaßt. Insbesondere wird von dem Schmitzen östlich der Isar gesagt, daß man ihn „als einen vom Untergrund osgeschürften und zwischen das dort schuppenförmig übereinandergetürmte Deckgebirge geratenen Fetzen“ aufzufassen habe.

8. Beobachtung. Im Zug-Mösl südöstlich vom Eibsee wird die ungefähr nord-nordöstlich verlaufende Linie, längs der Rhät von Muschelkalk und Partnachsichten überlagert wird, als die nördliche Fortsetzung des Westrandes der Wettersteindecke aufgefaßt. Wie aber vom Zug-Mösl an der Rand der Wettersteindecke weiter verläuft, insbesondere wo er einmal nach Osten umschwenkt, das konnte nicht entdeckt werden. Dieser Punkt bleibt daher „noch recht unsicher“; und wie weit sich die Wettersteindecke „nach Norden erstreckt, ist heute noch nicht abzusehen“. Damit bleibt aber auch das, was Ampferer im Jahre 1905 über die nördlichen Vorberge des Wettersteins sagte, „daß im Norden das Wettersteingebirge größtenteils regelmäßig mit seinem Vorlande verknüpft“ sei, vorerst unentkräftet bestehen.

Das schematische Profil der Fig. 17 venanschaulicht, wie sich Schlagintweit auf Grund der letzteren Beobachtungen, insbesondere der 5., die Überlagerung des basalen Gebirges durch die ortsfremde Wettersteindecke denkt.

Wir wenden uns nun Ampferers Deutungsweise des Gebirgsbaues zu. Wie Schlagintweit, so ist auch er der Ansicht, daß das ganze für uns hier in Betracht kommende Stück der Alpen auf fremder Unterlage ruht. Aber innerhalb desselben wird eine andere Gliederung vorgenommen. Nach ihm wird der ortsfremden, hier aber als basal zu nennenden Lechtaldecke auch das ganze Wettersteingebirge zugerechnet und dieses innerhalb der Decke nur als lokale Abspaltung derselben betrachtet. Ampferer sagt: „Ich glaube, daß wir in der Wettersteinscholle nur ein höher gehobenes Stück der Lechtaldecke vor uns haben, welches durch eine ostwestliche Verschiebung eine Strecke weit über die tiefer liegende Nach-

barschaft derselben Decke heraufgeschoben wurde.“ Zu diesem Ergebnis wird Ampferer besonders durch die Verhältnisse auf der Nordseite des Wettersteingebirges geführt, wo verschiedene Versuche, die Wettersteinscholle von der Lechtaldecke scharf zu trennen, ein negatives Resultat ergeben haben.

Dem basalen Gebirge, bezw. der Lechtaldecke, ist von Süden die Inntaldecke aufgeschoben, der im berücksichtigten Gebiet das Miemingergebirge, die Gehrenspitzen, Arnspitzen und Brunnsteinspitzen angehören. Die tektonische Trennung zwischen Wetterstein- und Miemingergebirge, auf die Ampferer großen Wert legt, begründet er mit folgenden Worten: „Die Scholle des Wettersteingebirges und ihre östliche Fortsetzung, welche sich durch das Karwendelgebirge bis gegen Jenbach im Unterinntal verfolgen läßt, hängt nirgends mit dem südlichen Triasgebirge ungestört zusammen, sondern wird im Gegenteil an mehreren Stellen, so auch am Nordgrat der Arnspitze in deutlicher Weise von dieser Gebirgsmasse überschoben.“

„Beim alten Bleibergwerk nördlich des Arntalkopfes, in der Sulzleklamm und bei der Hochalpe treten hier an der Basis der Inntaldecke mitgeschleppte Schubfetzen von jungen Schichten inmitten alter Trias hervor.“

Vergleicht man Fig. 15 mit Fig. 13, so werden dieselben in Verbindung mit den vorangegangenen Ausführungen Ampferers geotektonische Deutungsweise des Wettersteingebirges dem Leser verständlich gemacht haben. Gleichzeitig läßt ein Vergleich zwischen den Fig. 14 und 15 erkennen, in welchem für uns besonders wichtigen Punkt Ampferers und Schlagintweits Deutungsweisen sich gegenüberstehen. Dieser nimmt im Puittal ein echtes Fenster unter einer einheitlich gestalteten Decke an, jener ein zwischen zwei verschiedenen Deckmassen, nämlich zwischen der Wettersteinscholle der Lechtaldecke einerseits und der Inntaldecke andererseits nur zum Schein hervorgerufenes Fenster. Mit den Worten habe ich Ampferer eine Ausdrucksweise in den Mund letzten gelegt, die er zwar nicht selbst anwendet. Doch da im Puittal die Verhältnisse tatsächlich so liegen, daß man an ein Fenster glauben kann, so darf ich wohl annehmen, mit der Wahl der Worte auf keinen besonderen Widerspruch zu stoßen. Hier ist nur von prinzipieller Wichtigkeit: Da man auf Grund der Beobachtungen Ampferers im Puittal nicht unbedingt an ein

Fenster glauben muß, ist auch die Ortsfremdheit des Wettersteingebirges, bezw. die Existenz einer Wettersteindecke im Sinne Schlagintweits nicht erwiesen.

Da im Wettersteingebirge keine Veranlassung gegeben wird, die Frage zu berühren, ob dasselbe, wenn man es als Ganzes betrachtet, ortsfremd ist oder nicht, und da auch für die Schubweite von Ampferers Inntaldecke keine Beobachtung eine ausschlaggebende Bedeutung besitzt, so kann ich mich der Ansicht dieses Forschers in ihren großen Zügen der Lokaltektonek durchaus anschließen. Mit ihm nehme ich insbesondere an:

1. Das im Wetterstein als basal zu bezeichnende Gebirgsstück, auf dem die Orte Lermoos und Ehrwald liegen, ist vom Osten her um ein ganz kurzes Stück von der Wettersteinscholle überschoben worden.

2. Miemingergebirge + Gehrenspitzen + Arnsitzen + Brunnensteinspitzen haben das basale Gebirge + Wettersteinscholle nordwärts überschoben und dadurch im Puittal ein Fenster vorgetäuscht.

Wenn ich nun in folgendem auf meinen eigenen Standpunkt in der Gebirgsbildungsfrage etwas ausführlicher eingehe, so werden vielleicht dem einen oder anderen Leser die weiteren Ausführungen überflüssig erscheinen. Denn nachdem einmal demonstriert wurde, daß für Schlagintweits Annahme der ortsfremden Herkunft des Wettersteingebirges kein zwingender Grund vorliegt, und nachdem ich mich im wesentlichen zu Ampferers Anschauung bekannt habe, so können ihm vielleicht die weiteren Details mehr oder weniger gleichgültig erscheinen. Dem so denkenden Leser sei zunächst gesagt, daß unter diesen Details mir einige recht interessant erscheinen; und dann sei er darauf hingewiesen, daß im Wettersteingebirge dasjenige geotektonische Phänomen besonders schön beobachtet werden kann, das wir bereits aus dem Gebiet der Kampenwand und der Scheibenwand kennen: das Aufeinanderprallen der Schubmassen und das gegenseitige Sichüberwältigen derselben. Das Phänomen spielt in den Alpen (Glerner Doppelfalte!) zweifellos eine große Rolle. Die Bedeutung, die ich ihm beimesse, liegt hauptsächlich darin, daß es die Vorstellung von der Einseitigkeit des alpinen Falten- und Schuppenbaues stark zu erschüttern vermag.

Ohne von Reis' Auffassung wesentlich abzuweichen, be-

trachte ich den Hauptstock des Wettersteingebirges als eine westsüdwest-ostnordöstlich streichende Triasmulde. An ihrer Basis liegt — soweit diese an die Erdoberfläche austritt — Muschelkalk, darüber im größeren südlichen Bezirk Wettersteinkalk, im kleineren nördlichen Partnachsichten. Der Kern der Mulde wird von Raiblerschichten und Hauptdolomit eingenommen. Dies ist meine Wettersteinschuppe (s. Fig. 16), die sich noch weiter nach Osten ausdehnt, wo ihr jenseits der Isar ein Teil des Karwendelgebirges mit der Vorderen Karwendelspitze angehört. Von der Wettersteinschuppe lassen sich im Norden Teilschuppen abtrennen, so die Wambergerschuppe und die Risserkopfschuppe. Jedoch muß bei dieser weiteren Schuppeneinteilung auf die Möglichkeit einer Täuschung hingewiesen werden, da Faziesdifferenzen im Wettersteingebiet eine große Rolle zu spielen scheinen¹⁾.

Südlich von der Wettersteinschuppe liegt die Gehren-Arnspitzenschuppe, die ebenfalls aus Trias, nämlich Muschelkalk, Wettersteinkalk, Raiblerschichten und Hauptdolomit besteht. Jenseits der Isar gehört ihr noch die Brunnensteinspitze an. Faltenbau läßt sich bei dieser Schuppe nicht mit Sicherheit erkennen, wenigstens kein großzügiger; jedoch möchte ich in ihr ein Stück eines stark gestörten Triasgewölbes erblicken.

Der Südschenkel der sich an dieses Gewölbe südlich anschließenden Mulde gehört wahrscheinlich schon der Miemingerschuppe an; auch sie besteht aus Muschelkalk, Wettersteinkalk, Raiblerschichten und Hauptdolomit.

Die Gehren-Arnspitzenschuppe und die Miemingerschuppe scheinen nur im obersten Teil des Gaistales schuppenförmig aufeinander zu liegen. Im unteren Teil des Tales, südlich von den Gehrenspitzen, wurde ihr muldenförmiger Zusammenhang scheinbar wenig gestört. Der Kern der Gaistalmulde wird dort von Hauptdolomit erfüllt.

Den schmalen Zug jurasischer und kretazischer Gesteine, der das Wettersteingebirge von seinen Vorbergen trennt, fasse ich mit Reis als Mulde auf und nenne sie Feldernjöchl-Puittalmulde.

¹⁾ Man betrachte nur in Reis' Karte das völlige Fehlen von Partnachsichten zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk am West- und Südabfall des Wettersteingebirges.

Das westlich von der Linie Bieberwier—Ehrwald—Eibsee gelegene Gebirge kann mit vollem Recht als basales Gebirge bezeichnet werden, denn es spielt diese Rolle einerseits durch sein Verhältnis zur Miemingerschuppe, von der es aus Süden überschoben wurde, andererseits zur Wetterstein- und Gehren-Arnspitzenschuppe, von denen es aus Osten überschoben wurde.

Bei Lermoos liegt in der Trias des basalen Gebirges eine breite Juramulde, die sich nach Westen noch weit über das Kartenblatt hinaus erstreckt. Diese Lermoosermulde betrachte ich als das tektonische Äquivalent von Feldernjöchl-Puittalmulde + Gaistalmulde. Die Scheidung dieser beiden Mulden durch einen Triasstreifen beginnt im Rappenbach südöstlich von Ehrwald, wo Rhät zwischen Jura hervorbricht.

Weiter ist vom basalen Gebirge hervorzuheben, daß seine Trias und zwar Hauptdolomit am Südufer des Eibsees über Rhät, Jura und Neocom liegt. Auch südlich vom Törl grenzt älteres Rhät (Plattenkalk) an tiefer unten anstehendes jüngerer Rhät (Kössener Schichten). Es scheint sich also um ein Hauptdolomitgewölbe zu handeln, das nach Norden stark überkippt, bzw. überschoben ist. Wegen des lokalen Charakters der Überschiebung soll aber nicht von einer Schuppe, sondern von einem Törlengewölbe des basalen Gebirges die Rede sein.

Der soeben betrachtete Faltenbau der einzelnen Schuppen und des basalen Gebirges lehrt, daß derselbe mit seiner durchwegs ostwestlichen Streichrichtung auf meridional gerichtete Kräfte zurückzuführen ist. Er war es, der im Wettersteingebirge die großen tertiären Gebirgsbewegungen eingeleitet hat, denn von den anderen tektonischen Vorgängen der damaligen Zeit ist er intensiv betroffen worden.

Unter diesen ist als nächster bedeutender Vorgang die Entstehung von Überschiebungen zu nennen und zwar von solchen, die ebenfalls von meridional gerichteten Kräften hervorgerufen wurden. Diese haben das isoklinale Faltensystem längs Spalten zerrissen, die mit ihm die gleiche ostwestliche Streichrichtung besitzen. So wurde auf einer longitudinalen Spalte, die vielleicht bei den Gatterlköpfen begann, und die sich ostwärts durch das Puittal mindestens bis in die Leutasch erstreckte, die Wettersteinschuppe in südlicher Richtung der Feldernjöchl-Puittalmulde aufgeschoben. Auf einer anderen, die von der Langen

ähnliche Aufhebung nur am Gatterlkopf zu beobachten!

Lahn über die Pestkapelle und die Feldernalpe ins Gaistal streicht, wurde die Miemingerschuppe in nördlicher Richtung der Gaistalmulde aufgeschoben.

Zwischen der Feldernjöchl-Puittalmulde im Norden und der Gaistalmulde im Süden und deshalb ebenfalls von longitudinalen Spalten begrenzt, steckt die Gehren-Arnspitzenschuppe. Ein-gezwängt zwischen den gewaltigen Schuppen des Wetterstein- und des Miemingergebirges, hat mit ihnen begreiflicher Weise auch sie meridionale Bewegungen ausgeführt. An dieser Schuppe ist es nun höchst auffällig, wie windschief sie gestaltet zu sein scheint! Zwischen dem Feldernjöchl und dem Scharnitzjoch wird sie von Norden her von den jungen Schiefen der Feldernjöchl-Puittalmulde auf einer nach Norden geneigten Spalte überschoben; zwischen dem Scharnitzjoch und der Leutasch überschiebt sie umgekehrt jene Schiefer von Süden her auf einer nach Süden geneigten Spalte. Wie ist dies zu erklären?

Die interessante Erscheinung, von der schon Schlagintweit hervorhob, daß sie seiner Annahme einer Wettersteindecke entgegenstehe, und für die Reis eine „in präalpinen Zeit erfolgte Senkung“ annahm, läßt sich auch in folgender Weise und, wie mir scheint, recht ungezwungen erklären. Man betrachte auf der Kartenskizze der Fig. 13, wie der lange Triaszug der Gehren-Arnspitzenschuppe südöstlich von Ehrwald im Rappenbach als schmaler, unansehnlicher Rhätstreifen unter Lias hervorbricht und von dieser Stelle an ostwärts über die Gehren- und Arnspitzen zum Karwendel hin ansteigt und welche gewaltigen Felsmassen er jenseits der Leutasch aufbaut. Ihm gegenüber senkt sich die Wettersteinschuppe umgekehrt in der Richtung von Westen nach Osten; und gerade dort, wo diese nächst dem Zusammenfluß von Leutasch und Isar nur einen schmalen, tief liegenden Wettersteinkalkstreifen aufweist, erhebt sich ihr gegenüber die gewaltige Wettersteinmasse der Arnspitzen.

Diese Erscheinung läßt mich folgenden Gebirgsmechanismus annehmen: Zu einem früheren Zeitpunkt, als die Gehren-Arnspitzen- und die Wettersteinschuppe noch weiter auseinanderlagen, die eine mehr im Süden, die andere mehr im Norden, hatte bereits jede von ihnen ein, wenn auch schwächeres longitudinales Ansteigen aufzuweisen. Als nun mit fortschreitender Annäherung im Osten die Gehren-Arnspitzenschuppe sich mehr

und mehr hob, im Westen die Wettersteinschuppe, hatte im Moment des Anpralls hier die eine, dort die andere Schuppe das Übergewicht (die gleiche Erscheinung wie bei der Scheibenwand!). Daher kommt es, daß von den Gehrenspitzen an ostwärts man die südliche Schuppe als die stärkere der nördlichen aufrufen sieht und zwar in tektonisch ganz normaler Weise mit Neigung nach Süden. Westlich von den Gehrenspitzen hingegen, wo die Gehrenspitzenschuppe noch schwach war und ihren Gewölbecharakter kaum eingebüßt hatte, da gewann die nördliche mächtige Wettersteinschuppe frühzeitig die Oberhand über die südliche Schuppe; und zwar tat sie dies auf der ganzen Linie zwischen dem Scharnitzjoch und dem Feldernjochl in der Weise, daß sie die im Hangenden des Gehrenspitzengewölbes befindlichen Jura- und Kreidesteine unter Abscherung von Hauptdolomit und Rhät den Raiblerschichten aufschob. Mit anderen Worten: die die Gehren-Arnspitzenschuppe nach Norden begrenzende Schubfläche ist westlich von den Gehrenspitzen eine ganz andere, wie östlich von ihnen¹⁾. Nur östlich von ihnen gibt es eine basale Auflagerungsfläche, auf der diese Schuppe sich nordwärts bewegt hat; westlich von ihnen hat sie überhaupt keine nordwärts gerichtete Bewegung ausgeführt, sondern wurde im Gegenteil von Norden her selbst überschoben (s. Fig. 18).

Auf eine Erscheinung, die für meine hier erläuterte Anschauung spricht, sei hingewiesen. Sie ist deshalb für diese eine Stütze, weil sie zeigt, wie bei dem zwischen der Wettersteinschuppe und der Gehren-Arnspitzenschuppe erfolgten regelrechten Kampf um die Herrschaft in einer höheren Lage, sich die in tieferer Lage verbliebenen Massen unter jeder der beiden Schuppen gleichartig verhalten haben. Westlich von der Leutasch hat die mächtige Wettersteinschuppe, als sie sich südwärts über die Gehren-Arnspitzenschuppe wälzte, diese in sich südwärts geschuppt, wodurch auf der Südseite der Ober-Lähnsköpfe Muschelkalk auf Hauptdolomit zu liegen kam (s. Fig. 18). Umgekehrt, aber ganz analog, hat östlich von der Leutasch die Gehren-Arnspitzenschuppe bei ihrer nordwärts gerichteten Bewegung die unter ihr liegende Wettersteinschuppe nordwärts

¹⁾ Nach der von Reis eingeführten Bezeichnungsweise herrscht westlich von den Gehrenspitzen eine miokline, östlich von ihnen eine plikline Überschiebung.

geschuppt, wodurch der Muschelkalk, der an der Südabdachung der Wettersteinwand noch das Normalliegende des Wettersteinkalkes bildet, sofort nach Überschreiten der Leutasch zu seinem Hangenden wird.

Gleichzeitig findet mit meinem Standpunkt eine weitere Erscheinung ihre Erklärung. Die streckenweise ungemein steile Stellung der Fläche ist auffallend, mit der das Wettersteingebirge an seinem Südrand mit Neigung nach Norden seiner Basis aufliegt, und auf der man eine fast senkrecht erfolgte Überschiebung annehmen müßte (am Gatterl sogar vollkommen senkrecht, s. Fig. 18). Weniger steil sind jedoch die beiden ebenfalls nach Norden geneigten Schubflächen, von denen die eine die Gehren-Arnspitzenschuppe durchschneidet, die andere sie nach oben begrenzt. Die steile Stellung der ersteren Fläche betrachte ich als durchaus gesetzmäßig, wenn angenommen wird, daß auf der Strecke Feldernjöchl-Scharnitzjoch die letzten großen südwärts gerichteten Gebirgsbewegungen auf den tieferen, normalmäßig geneigten Spalten erfolgten. Im höheren, en bloc bewegten Schuppenpaket mußte sich steile Aufrichtung der älteren Schubflächen, die dem Gebirgsmechanismus nicht mehr dienten, einstellen¹⁾.

Es sei noch erwähnt, daß durch das nördliche Vorstoßen des östlichen Teiles der Gehren-Arnspitzenschuppe im Leutaschtal die Neocommulde des Puittales abgeschnitten wurde. Ebenso führe ich hierauf die Herkunft der beiden kleinen Jura- und Neocomschmitzen zurück, die am Ostfuß der Arnspitzen und jenseits der Isar nächst der Sulzleklamm zwischen Trias verkeilt sind. Es sind Reste der gleichen Mulde, die ehemals hier ostwärts weiterzog, die aber durch den Schub bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt wurde.

Wegen der Bedeutung, die ich der Gehren-Arnspitzenschuppe beimesse, sei von ihr kurz zusammengefaßt: In der östlichen Fortsetzung der Lermoosermulde bricht im Rappenbach unter dem Jura ein kleines Triasgewölbe hervor. Es zerlegt die Mulde in die nördliche Feldernjöchl-Puittalmulde und die südliche Gaistalmulde, von der noch nicht gesagt wurde, daß sie bei der Feldernalpe kleine Jura- und Neocomreste besitzt. Das

¹⁾ Über die Ursache dieser Erscheinung s. H. Mylius, Geologische Forschungen a. d. Grenze zwischen Ost- und Westalpen. I. Teil, Beobachtungen zwischen Oberstdorf und Maienfeld, S. 28.

Gewölbe steigt ostwärts an; und je höher es steigt, um so mehr greift es in den Mechanismus der Gebirgsbildung ein. Anfänglich, d. h. westlich von den Gehrenspitzen, verhält es sich noch passiv; es steht unter dem Einfluß der Wettersteinschuppe; es hat durch diese eine doppelte, nach Süden gerichtete Schuppung erfahren. Später, d. h. östlich von den Gehrenspitzen, greift es jedoch aktiv ein; es überschiebt die Wettersteinschuppe nach Norden, schuppt diese in sich in gleicher Richtung und schneidet die Feldernjöchl-Puittalmulde gegen Osten stumpf ab.

Damit hätten wir unter den gebirgsbildenden Vorgängen, von denen das Wettersteingebirge erfaßt wurde, diejenigen fertig besprochen, die an zweiter Stelle eintraten. Es sind die von Süden nach Norden und entgegengesetzt gerichteten Überschiebungen, die auf die Faltung folgten, und die wie diese auf meridional wirkende Kräfte zurückzuführen sind.

Endlich hatten diese ausgearbeitet; und nun traten unter der Wirksamkeit ostwestlich gerichteter Kräfte neue tektonische Ereignisse ein¹⁾. Diese stehen zeitlich also an dritter Stelle; es sind Ostwestschübe. In welchem Maße bei diesen diejenigen Schubflächen, die vorher bei den meridionalen Schubvorgängen entstanden waren, nun nochmals eine Rolle spielten, muß dahingestellt bleiben. Sehr wohl ist es möglich, daß sie den einzelnen Schuppen als Randspalten dienten, so daß auf ihnen Wetterstein-, Gehren-, Arnspitzen- und Miemingerschuppe jede für sich eine longitudinale Bewegung ausführten. Sicherlich aber haben die beiden ersten der genannten Schuppen überhaupt eine Ostwestbewegung ausgeführt. Dafür sprechen die Westenden der beiden Schuppen zu deutlich; am deutlichsten das der Wettersteinschuppe. Wenn man dort sieht, wie mit der Stirnlinie der Schuppe nicht nur die unter ihr liegenden Jura- und Neocomgesteine, sondern auch die über ihr liegenden Wetterstein- und Muschelkalkmassen nordsüdlich streichen²⁾, dann wird man zu einer solchen Annahme wirklich mit Gewalt genötigt.

¹⁾ Es würde zu weit führen, hier auf die tief liegenden Gründe einzugehen, warum eine sprungweise Drehung der Krafrichtung um 90° erfolgte. Hierüber s. H. Mylius, Geologische Forschungen a. d. Grenze zwischen Ost- und Westalpen. II. Teil, Beobachtungen zwischen Maienfeld und Tiefenkaastel. II. Kap. Die Theorie der Drehung der Krafrichtung.

²⁾ S. Reis' Karte.

Von der Ostwestbewegung der Wettersteinschuppe möchte ich nun noch insbesondere annehmen, daß dieselbe für sich allein nur ein ganz geringes Ausmaß besaß. Ganz in Abrede stellen kann man sie nicht, da die schönen horizontalen Schrammen in der steilen Südwand der Schüsselkarspitze ein zu beredtes Zeugnis von ihr ablegen¹⁾. Von der Wettersteinschuppe scheint aber die Gehren-Arnspitzenschuppe eine gute Strecke Weges mitgerissen worden zu sein. Für die Ostwestbewegung der letzteren spricht ihr stumpfer Abbruch am Issentalköpfel und der dort quer vor sie gelegte schmale Jura-Neocomstreifen, ein Gegenstück zu dem ähnlich gelagerten und auch ähnlich ausgebildeten Felsstreifen vom Westende der Wettersteinschuppe. Wenn der Streifen des Issentalköpfels nach Südsüdosten abgelenkt ist, so läßt sich dies als Schleppung an der Miemingerschuppe leicht erklären

Welches Ausmaß dem Ostwestschub des Wettersteingebirges und seiner Vorberge zukommt, läßt sich schwer sagen. Nach dem, was ich aus den kleineren Details der Reisschen Karte herauslese und dem Eindruck, den ich im Gelände hatte, halte ich ihn für sehr kurz. Vielleicht beträgt er nicht viel mehr wie 1 km. Mit der Annahme eines kurzen Ostwestschubes läßt sich jedenfalls die Erscheinung gut in Einklang bringen, daß die westliche Stirnspalte der Wettersteinschuppe sich weder nordwärts noch ostwärts über das Zug-Mösl hinaus verfolgen läßt, bzw. sich nach der einen oder anderen Richtung in unansehnlichen Störungslinien zu verlieren scheint.

Die letzten wichtigen tektonischen Ereignisse, von denen das Wettersteingebirge betroffen wurde, sind die auf steilen Klüften erfolgten Einbrüche, längs denen auch transversale Verschiebungen erfolgt sein mögen. Sie haben das Gebirge in zahlreiche kleine Schollen zerrissen und dadurch dazu beigetragen, ein interessantes tektonisches Bild nicht unerheblich zu verschleiern, um das vielleicht noch lange Zeit gestritten werden wird.

¹⁾ S. O. Ampferer, Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges, Fig. 2.

3. Die Hochvogelgruppe.

(Hierzu die Fig. 19—26 der Tafel 13.)

Seinem „geologischen Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf“¹⁾ hat C. A. Haniel eine geologische Karte im Maßstab 1 : 25 000 beigelegt, die sich einerseits durch die Genauigkeit der geologischen Eintragungen, andererseits durch die Schönheit der topographischen Unterlage auszeichnet. Es ist das westliche Blatt der Allgäuer und Lechtaler Alpen, das der deutsche und österreichische Alpenverein i. J. 1907 herausgegeben hat. Eine Tafel mit 5 Profilen dient als weitere Erläuterung des Führertextes.

Das Gebiet der genannten Karte liegt in Rothpletz' rhätischer Schubmasse²⁾, die man an ihrem Nordrand längs der Allgäuer Überschiebungslinie dem basalen Flyschvorland aufgeschoben sieht. Unter den zahlreichen Überschiebungen, von denen diese ortsfremde Masse durchzogen wird, „ist die Lechtalerüberschiebung die flachste und markanteste“. Sie zerlegt das Gebiet in die nördlich gelegene Allgäuer Schubmasse³⁾ und die südlich gelegene Lechtaler Schubmasse. Die übrigen Überschiebungen sind nur „als Schuppungen innerhalb der Lechtaler Schubmasse aufzufassen“. Für die folgenden Betrachtungen, die sich auf das Gebiet der Lechtaler Überschiebung beschränken, kann aus diesem Grunde die Allgäuer Schubmasse als das basale Gebirge bezeichnet werden, dem die Lechtaler Schubmasse von Süden her aufgeschoben wurde.

¹⁾ In Kommissionsverlag bei Piloty und Loehle, München 1914.

²⁾ A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen. II. Teil. Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse, München 1905.

³⁾ Haniel hält die kleinen Triasmassen, die nördlich vom Warmatsgundbach anstehen, für auf Flysch schwimmende Klippen, die zur Allgäuer Schubmasse gehören. Das Mindestschubmaß dieser Masse läßt sich dann an diesem Ort auf mindestens 2 km berechnen. An der Möglichkeit eines solchen kurzen Schubes ist durchaus nicht zu zweifeln. Es muß aber doch darauf hingewiesen werden, daß, wenn man die lokalen Verhältnisse des Warmatsgund genau prüft und sie mit den Verhältnissen des östlich und westlich angrenzenden Gebirges vergleicht, man für die genannten Triasmassen auch eine selbständige, an Ort und Stelle aus der Tiefe stammende Schuppe annehmen kann. Dies veranlaßt mich, darauf hinzuweisen, daß, wenn man das bayerische Triasgebirge an seinem Nordrand darauf prüft, ob es als Ganzes ortsfremd ist, man keine Stelle findet, die eine solche Eigenschaft von ihm beweist. Nirgends steht eine Erscheinung der Annahme im Wege, daß das Tertiär infolge eines kurzen Schubes durch Trias überlagert wurde.

Haniels Charakteristik der Lechtaler Überschiebung, indem er dieselbe die flachste und markanteste nennt, gibt sich am Ostrand des kartierten Gebietes am deutlichsten zu erkennen. Wo dort vom Kreuzeck, Rauheck und Hornbachjoch sich die Täler des Hornbachs und des Jochbachs nach Osten senken, beschreibt die Überschiebungslinie „tiefe Einbuchtungen oder Fenster“. So kommt es, daß im östlichsten Profil, das die Ilfenspitze mit dem Wilden verbindet, man letzteren Berg als ortsfremden Teil der Lechtaler Schubmasse fernab von dieser selbst auf der basalen Allgäuer Schubmasse schwimmen sieht. In Fig. 19 ist derjenige Teil von Haniels Profil wiedergegeben, der uns besonders interessiert.

Auch O. Ampferer hat den Allgäuer Alpen seine Aufmerksamkeit geschenkt. In seinem „geologischen Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee“¹⁾ kommt er auf das Fenster des Hornbachtals zu sprechen, das er als „das deutlichste und am besten aufgeschlossene Fenster der nördlichen Kalkalpen“ bezeichnet. „Die Hauptdolomitschichten“ der Schubmasse „bilden über das Fenster hinweg ein weit gespanntes Gewölbe. Dieses Gewölbe verengt und versteilt sich gegen Osten. Gegen Westen wird es sehr breit und hat eine leicht weilig verbogene Scheitelzone. Hier ist am Kanzberge und an der Jochspitze (Karlespitze) ein fast ganz abgetrenntes Stück des Scheitels zwischen Hinterhornbach- und Jochbachtal erhalten, welches nur noch mit einer schmalen Dolomitfaser an dem breiten Massiv der Wilden hängt, sonst aber allseitig frei auf den Fleckenmergeln schwimmt. So besitzt das Fenster des Hinterhornbachtals auch noch einen ganz ausgezeichnet erschlossenen Deckenzeugen“.

Fig. 20 zeigt, wie Ampferer das Hinterhornbachfenster abgrenzt; gleichzeitig ist aus ihr zu ersehen, daß auch das ganze Hochvogelmassiv, dessen gewaltige Hauptdolomitmassen mit denen des Wilden zusammenhängen, ortsfremd sein muß, d. h. auf fremder Unterlage schwimmt.

Als erläuternde Unterlage für die folgenden Ausführungen sollen die Fig. 21—26 dienen. Fig. 21 wurde teils nach Haniels Karte 1 : 25000 teils nach seiner tektonischen Übersichtskarte

1) Jahrb. d. K. K. geol. R.-A., Wien 1911.

ausgeführt. Die Fig. 22—24 und 26 stützen sich auf eigene Beobachtungen. Zur Kartenskizze der Fig. 22 sei gesagt, daß sie in 5 Tagen aufgenommen wurde, während denen das Wetter nur teilweise günstig war. Sie kann daher keinen Anspruch auf große Genauigkeit besitzen. Für die Fig. 25 diente mir wieder Haniels Karte 1; 25 000 als Unterlage.

Nachfolgend soll die Wanderung von Stanzach am Lech durch das Hornbachtal auf den Kanzberg beschrieben werden, die geologisch ungemein interessant ist. Um zunächst nach Vorderhornbach zu gelangen, überschreitet man bei Stanzach den Lech; und nächst der Brücke (938 m) trifft man am jenseitigen westlichen Ufer Hauptdolomit in steilen Felswänden anstehen. Aber nur flußabwärts sieht man dies Gestein, das Gelände noch auf weite Strecke beherrschen. Flußaufwärts wandert man nur noch einige wenige Schritte in ihm. Dann folgen in einer kleinen Wasserrunse, die vom Mooswald und Brennboden herabkommt, Liasschiefer. Steigt man in der kleinen Runse hinauf, so findet man längs ihr die Schubfläche schön aufgeschlossen, auf der der Dolomit die Schiefer überlagert; sie ist ziemlich steil nach Norden geneigt. Da von dieser Stelle an die Überschiebung den Fuß der langen Hochvogelkette begleitet, sei sie die Hochvogelüberschiebung genannt.

Man kehrt zur Straße zurück und wandert noch etwa 5 Min. in Liasschiefern; dann folgen in einem kleinen Steinbruch schön aufgeschlossen Rhätkalke, und hinter dem Bruch herrscht Hauptdolomit. Die Konkordanz zwischen diesen beiden jüngsten Triasstufen ist vollkommen; alle Schichten streichen $N 70^{\circ} W$ und fallen unter 60° gegen Norden ein. Zwischen der Sägemühle Oberlahnen, zu der man alsbald gelangt, und Vorderhornbach sieht man am ansteigenden Berggehänge nur Hauptdolomit anstehen.

Da die Brücken über den Hornbach spärlich sind, verlasse man bei Vorderhornbach abermals die Fahrstraße und besuche die südliche Bachseite. In der Schlucht des Hornbachs, wie auch weiter neben der Straße nach Martinau findet man anfänglich immer noch anstehenden Hauptdolomit; dann folgen bei einem Kruzifix (972 m) Rhätkalke, die sich unter einem bewaldeten Rücken rechts gegen den P. 1214 hinaufziehen. Und wenn man nun die Wanderung südwärts gegen Martinau fort-

setzt, wobei man aber nicht auf der Straße bleibe, sondern etwas am Berghang ansteige, folgen wieder in normaler Weise auf das Rhät die Liasschiefer. Auf dieser Bachseite sind aber die Schichten des Dolomits, des Kalks und der Schiefer schwach bis mäßig steil und schließlich sehr steil nach Süden geneigt; und die Schiefer werden auf einer steil nach Süden geneigten Fläche vom Hauptdolomit des Lachenkopfes, eines Vorgipfels der Klimmspitze überschoben. Da diese Überschiebung sich von hier an entlang der Hornbachkette und dem Allgäuer Hauptkamm verfolgen läßt, also in den Lechtaler Alpen eine wichtige Linie ist, soll für sie der von Rothpletz gewählte Name Lechtaler Überschiebung beibehalten werden.

Ist es nicht auf Grund der zwischen Stanzach und Martinau gemachten Beobachtungen naheliegend und berechtigt, ein Profil wie das der Fig. 23 zu zeichnen und anzunehmen, daß eine große, in der Mitte aufgewölbte Juramulde infolge beiderseitiger Überfaltung von Norden und von Süden her von Trias überschoben wurde? Wie Ampferer den nördlichen der beiden Jurazüge von seiner normalen triasischen Unterlage losreißen und aus ihm ein Fenster machen konnte, ist mir schwer verständlich. Ganz unbegreiflich ist es mir aber, wie er den südlichen Jurazug über sah. Wenn man überhaupt an die Existenz einer Decke bzw. eines Fensters im Hornbachtal glaubt, dann ist es nur in der Form möglich, daß man die beiden wirklich beobachtbaren Schubflächen, mit denen Hauptdolomit auf Liasschiefern liegt, über das Tal hinweg zu einer einzigen Fläche verbindet, daß man also das vom Hornbach angeschnittene Triasgewölbe nebst den es beiderseits überlagernden Jurazügen zusammen als basales Gebirge, die beiden Schubmassen hingegen als eine Decke betrachtet. Jedoch achte man bei dieser Annahme darauf, wie steil die beiden Schubflächen stehen, wie stark also die Auflagerungsfläche einer solchen Decke gekrümmt sein müßte.

Ein schöner Fahrweg, der in den letzten Jahren erst angelegt wurde, verbindet Vorder- mit Hinterhornbach. Die erste Kilometerstrecke, längs der sich der Bach eine kleine Schlucht erodiert hat, wandert man in Hauptdolomit. Eine etwa 100 m lange Linse, die aus Muschelkalk und Partnachmergeln besteht, und die im Dolomit verkeilt ist, zeigt an, daß das Gewölbe hier eine Störung erfahren hat. Nach den zu beobachtenden

Druckerscheinungen und der Lage der Linse deutete ich die Störung als eine Schuppung des Gewölbes in der Richtung von Nordosten nach Südwesten.

Ungefähr gegenüber der Mündung des „ersten Tales“ gelangt man aus dem Hauptdolomit in Arlberg- bzw. Wettersteinkalk und aus diesem in Muschelkalk und Partnachmergel. Man befindet sich nun im innersten Kern des ostwestlich streichenden Gewölbes; und in diesem bleibt man etwa $\frac{3}{4}$ Std. Immer wieder begegnet man abwechselnd einer der letzteren 3 Triasstufen; und der unregelmäßige Wechsel, dem diese in der Reihenfolge und im Streichen und Fallen der Schichten unterliegen, zeigt an, daß das Gewölbe immer stärker gestört wird. Die Störungen steigern sich kurz vor der Mündung des Stützbachs hauptsächlich zu der einen Erscheinung, daß der Muschelkalk, die Partnachmergel und der Arlberg- bzw. Wettersteinkalk des Gewölbekerns sich über den Hauptdolomit, das Rhät und die Liasschiefer des in sich gefalteten südlichen Gewölbeschenkels schieben (s. Fig. 26). Die Schubfläche ist zwar nur an einer Stelle, nämlich gegenüber der Mündung des Schwellentales schön aufgeschlossen, wo Muschelkalk Liasschiefer überlagert. Der Weg muß ihr aber schon vorher ziemlich lange gefolgt sein; denn wenn man statt auf dem Weg entlang dem Bachbett wandert, findet man von der Rohrerwand an, genau so wie die Karte es angibt, zuerst Hauptdolomit, dann Rhät, dann Liasschiefer anstehend, die alle so streichen, daß sie mit stärksten Diskordanzen sichtlich unter den höher oben herrschenden Muschelkalk tauchen.

Auf der bisher beschriebenen Strecke entlang dem Hornbach versäume man nicht, die beiderseitigen Berghänge auch in ihren höheren Teilen hin und wieder ins Auge zu fassen. Auf der südlichen Talseite kann man in fast ununterbrochener Linie den langen Liasschieferzug verfolgen, der von Martinau her zuerst den Bohnwaldsrücken und dann die vielen Runsen der Klimmspitze durchzieht. Zur nördlichen Talseite kann man nur bei Brunnwasserau einige Male frei hinaufblicken; dort sieht man die Alpen von Durrach und Scheffelgras liegen; sie stehen auf dem nördlichen Liasschieferzug.

Bei der Mündung des Stützbachs in den Hornbach verbinden sich die beiden Schieferzüge miteinander. Das Trias-

gewölbe ist hier unter den Jura getaucht; dies jedoch nur für kurze Strecke, denn schon einige Minuten nach Überschreiten des Stützbachs sieht man bei den ersten Häusern von Hinterhornbach im Bachbett Hauptdolomit anstehen; dieser ist zwischen Liasschiefern verkeilt und zweifellos ein Stück des bis hierher durchwanderten, zuletzt sehr stark gestörten Triasgewölbes.

Von Hinterhornbach hat man einen prachtvollen freien Blick durch das Tal hinaus. Rechts sieht man die Gipfel der Hornbachkette, links die der Hochvogelkette von gewaltigen Hauptdolomitmassen gebaut. Sie sind der Juramulde des Hornbachtals, wie schon gesagt, vermutlich von zwei Seiten, nämlich von Norden und von Süden aufgeschoben worden.

Wenn man der Frage näher tritt, welche von den beiden Schubmassen wohl den größeren Weg zurückgelegt hat, so erhält man von den beiden Hauptüberschiebungslinien, nämlich der Lechtaler- und der Hochvogelüberschiebung, so gut wie keine Auskunft. Wohl aber sprechen folgende beide Erscheinungen dafür, daß die Nordsüdbewegungen stärker waren, wie die Süd-nordbewegungen:

1. Der Nordsüdüberschiebung von Muschelkalk, Partnachmergeln und Arlberg- bzw. Wettersteinkalk über Hauptdolomit, Rhät und Liasschiefer steht innerhalb des Hornbachgewölbes keine Südnordüberschiebung gegenüber.

2. Während der südliche Jurazug bei seinem Nordschub an seiner Basis nur eine Abscherung der jüngsten Triasstufe, des Rhät, hervorrief, wodurch er auf Hauptdolomit zu liegen kam, führte der nördliche Jurazug den gleichen mechanischen Vorgang in so viel stärkerem Maße durch, daß er auf den viel älteren Muschelkalk geriet. Die Erscheinung, daß zwischen Vorder- und Hinterhornbach die Nordsüdbewegungen sichtlich stärker gewesen sind, wie die Südnordbewegungen, soll im Auge behalten bleiben, denn sie scheint auch im Gebirge westlich von Hinterhornbach eine wichtige Rolle zu spielen.

Bei Hinterhornbach gabelt sich das Tal; der südliche Ast behält den Namen Hornbachtal bei; der nördliche heißt Jochbachtal. Zwischen beiden Tälern liegt der Kanzberg.

Wer das Quellgebiet des Hornbachs besucht, wobei man in das von Haniel kartierte, westlich angrenzende Gebirge geführt wird, kann den beiderseits des Tales großzügig angelegten Ge-

birgsbau mit bloßem Auge leicht erkennen. Die beiden Talhänge werden bis zu ansehnlicher Höhe hinauf von Liasschiefern gebaut. Unter diesen bricht in der Talsohle ein Triasgewölbe hervor, das einen verhältnismäßig wenig gestörten Bau besitzt. Es streicht ostnordost-west-südwestlich; seine beiden Schenkel sind nach Norden und Süden ziemlich gleichmäßig geneigt. Hauptdolomit und Rhät bauen es auf. Die Störungen, von denen das Gewölbe betroffen wurde, bestehen hauptsächlich in sehr starken, bis rechtwinkligen Diskordanzen, die zwischen dem Rhät und den Liasschiefern zu beobachten sind und ferner in einer mehrfachen Schuppung des Rhät oberhalb der Drähütten am Fuß der Faulewand, im sogen. Lichtschröfle. — Die Lechtaler Überschiebungslinie sieht man am Fuß der dolomitischen Hornbachkette entlang ziehen. Die tiefen Buchten, die sie beim Überschreiten des Karlestales, Birkentales und Tränktales beschreibt, läßt darauf schließen, daß die von Süden über die Juraschiefer geschobene Hornbachkette den Schiefern auf einer Fläche aufruhet, die schwach oder nur mäßig steil nach Süden geneigt ist. — Auf der nördlichen Hornbachseite sieht man den triasischen und zwar auch aus Hauptdolomit bestehenden Gipfel des Kanzberges ebenfalls auf Liasschiefern liegen; doch soll über seine Herkunft erst nach dem Besuche des Jochbachtals gesprochen werden.

Wandert man von Hinterhornbach durch das Jochbachtal bergan, so sieht man bis weit über die Jochbachhütten hinaus, bis dort, wo der Weg das letzte Stück zum Hornbachsattel steil ansteigt, im Bachbett nur Liasschiefer anstehen. Die Hochvogelüberschiebung, die beim Überschreiten des Wintertales einen tiefen Bogen nach Norden beschreibt und deshalb vorübergehend dem Auge entschwindet, tritt am Fuß des Hochvogels dicht an die Talsohle heran; und indem sie westwärts zum Fuß der Wilden weiterzieht, beschreibt sie beim Überschreiten des Wildentales abermals einen tiefen Bogen nach Norden. Also auch die Hauptdolomitmasse der Hochvogelkette liegt westlich von Hinterhornbach mit schwach bis nur mäßig nordwärts geneigter Fläche auf den von ihr überschobenen Liasschiefern. — Blickt man nun von Norden her zum Kanzberg hinauf, so sieht man dessen triasische Dolomitmassen auch auf dieser Bergseite überall auf Liasschiefern liegen; jedoch fällt auf, daß sie hier besonders tief ins Tal hinabreichen.

Wer Horn- und Jochbach begeht und sich den Kanzberg nur von deren Talsohlen betrachtet, kann wie Ampferer leicht die Ansicht gewinnen, daß die Triasmassen der Hornbachkette und der Hochvogelgruppe einer einzigen Schubdecke angehören, unter der die Juragesteine des Hornbachtals und des Jochbachtals wie durch ein Fenster blicken; mitten im Fenster läge als Zeuge der ursprünglich zusammenhängenden Decke der Triasrest des Kanzberges. Was für eine solche Annahme spricht, ist die nicht wegzuleugnende Tatsache, daß zu beiden Seiten des oberen Hornbachtals die Grenze zwischen Jura und übergeschobener Trias hochliegt, während sie zu beiden Seiten des Jochbachtals sehr tief verläuft. Man gewinnt den Eindruck einer „leicht wellig verbogenen“ Schubfläche.

Als ich den Kanzberg beging, überzeugte ich mich davon, daß die Trias dieses Berges seinem Jura nicht in der so beschriebenen Weise aufliegt; vielmehr ist zu beobachten, daß diese beiden Formationen entweder sehr intensiv miteinander verfaltet, oder sogar geschuppt sind. Man begehe das Gelände über den Reiserriepen, und man wird in vorzüglichen Aufschlüssen erkennen, daß ein tieferer Teil der Trias, der die Angerwand baut, von Liasschiefern überschoben wird, während diese selbst von der Trias des Kanzberggipfels überlagert werden. Es scheint sich um zwei tektonisch scharf getrennte Triasmassen zu handeln, die sich in der Richtung von Süden nach Norden überschoben haben.

Am Hornbachjoch geriet ich leider in dichten Nebel und Schneefall; abgesehen davon lagen dort noch große Massen alten Winterschnees. Dennoch glaube ich nicht, daß meine Beobachtungen mich täuschten, als ich dort Schuppenstruktur in der Richtung von Norden nach Süden erkannte; und zwar von Hauptdolomit der Höllhörner über Juraschiefer des Hornbachjoches, dieser Schiefer über Hauptdolomit der Karlesspitze und wieder dieses Dolomits über Juraschiefer des Salbtals.

Wie nun die Verhältnisse hier liegen mögen, das eine steht für mich fest, daß im Gebiet des Kanzberges und Hornbachjoches die Verhältnisse ungemein kompliziert sind, und daß hier von einer nur leicht wellig verbogenen Schubdecke nicht die Rede sein kann.

Man sollte glauben, daß die, die an weite Schübe und Decken,

glauben und überall Fenster und Klippen sehen, daran Anstoß nehmen, daß ausgerechnet da, wo der einzige Zeuge liegt, wo dieser also für ein flaches Schwimmen der Decke zeugen sollte, er dies in keiner einwandfreien Form tut. Krumm, verdrückt und zerrissen steckt er in seiner Unterlage drin. Aber nur der Zeuge! Alle übrigen großen Teile der Decke, die Hochvogelmasse zwischen den Wilden und Stanzach, die Hornbachmasse zwischen der Ifenspitze und Martinau, ruhen an ihren Rändern mit in der Tat nur leicht wellig verbogenen Flächen auf ihrer jurasischen Unterlage.

Ich trage den Verhältnissen des Kanzberges und des Hornbachjoches in der Weise Rechnung, daß ich in diesem kleinen Gebirgsblock ein Gebiet des Zusammenstoßes der von zwei Seiten aufeinander zu bewegten Schubmassen erblicke. Vom Kanzberg selbst scheint es mir wahrscheinlich zu sein, daß seine ganze Triasmasse zur Hochvogelschubmasse gehört. Als diese sich südwärts bewegte, rannte sie mit ihrer Stirn auf die Lechtalschubmasse, blieb stehen, wurde aber von den nachschiebenden Hochvogelmassen in sich gefaltet und geschuppt. Es war ein geotektonisches Bild entstanden, wie es das Profil der Fig. 24 zu erkennen gibt.

Auf einige Erscheinungen, die für diesen meinen Standpunkt sprechen, sei hingewiesen. Es wurde vorhin gesagt, daß zwischen Vorder- und Hinterhornbach die nordsüdlich gerichteten Massenbewegungen stärker gewesen zu sein scheinen, wie die südnördlichen. Das gleiche gilt von den Massenbewegungen westlich von Hinterhornbach. Dort spricht die mit den Wilden zusammenhängende Triasmasse des Kanzberges dafür, daß die Hochvogelschubmasse einen weiteren Südschub vollbrachte als wie die Hornbachkette einen solchen nach Norden. Gleichzeitig erklärt sich hiermit die Abbiegung des Hornbachgewölbes aus seiner ostwestlichen Streichrichtung zwischen Vorder- und Hinterhornbach in die westsüdwestliche im oberen Hornbachtal. Hieraus gewinne ich die Auffassung, daß die Linie Kanzberg—Vorderhornbach, die eine ungefähr ostwestlich streichende Muldenlinie darstellt, auf dieser ganzen Linie sehr stark gestört ist, jedoch östlich von Hinterhornbach in anderer Weise als westlich von dieser Ortschaft. Dort entstanden durch den Massenzusammenschub die stärksten Störungen in der Tiefe, wo das in der Mulden-

linie liegende Triasgewölbe des Hornbachs in sich gefaltet und geschuppt wurde. Hier wich das gleiche Gewölbe in unversehrter Gestalt nach Süden aus, und über ihm faltete und schuppte sich die Schubmasse der Hochvogelgruppe.

Auch wenn man die das Hornbachtal umgebenden Gebirgsstücke mit berücksichtigt, ergeben sich mancherlei Einzelheiten, die dieses Tal wohl als eine Mulde, aber nicht als ein Fenster erscheinen lassen.

Folgt man der Lechtaler Überschiebung westwärts durch die Nordabstürze des Allgäuer Hauptkammes, so stellen sich gelegentlich, so am Wildengundkopf und am Biberkopf, zwischen dem Hauptdolomit und den Liasschiefern Rhätschichten ein. Bei der vollständigen, nur invers gelagerten Stufenfolge Hauptdolomit, Rhät, Lias erweist sich dann der genannte Kamm weit eher als ein lokal nach Norden über den Jura übergefaltetes großes Triasgewölbe als eine aus weiter Ferne stammende Schubmasse.

Folgt man der Hochvogelüberschiebung nach Westen, so sieht man diese um den Fuß der Wilden zuerst nach Norden, dann nach Nordosten umbiegen. Allerdings kann man durch diesen Verlauf der Überschiebungslinie die Vorstellung einer großen, auf Liasschiefern schwimmenden Hochvogelmasse gewinnen. Aber da auf der Nordseite des Hochvogelkammes zwischen dem Hauptdolomit und den Liasschiefern wiederholt Rhätstreifen auftreten, so wird auch dort die Annahme nahegelegt, daß das Hochvogelmassiv keinen großen Schub, sondern nur eine starke Überfaltung in nördlicher Richtung ausgeführt hat. Aus diesen Erscheinungen ziehe ich den Schluß, daß die Hochvogelgruppe an ihrem Nord- und Südrand Überfaltungen, bezw. Überschiebungen nach Norden und Süden ausführte, und daß durch einen später erfolgten kurzen Ost-Westschub, bei dem die vorher entstandenen longitudinalen Spalten als Randspalten dienten, das ganze Massiv auch in westlicher Richtung jüngeren Sedimenten aufgeschoben wurde.

Die Annahme einer Nordsüdbewegung der Hochvogelgruppe findet im oberen Rappental eine schöne Bestätigung. Dieses folgt einem System isoklinaler Falten, deren Mulden von Liasschiefern erfüllt sind, welche letztere im Streichen der Hornbachmulde liegen. Die nördlichste dieser Mulden, die in dem zu den Schafalpenköpfen ansteigenden dolomitischen Gehänge liegt, ist

stark nach Süden überkippt und wird durch einen ebenfalls nach Süden gerichteten Schub gestört. Das Profil der Fig. 25 läßt die im Rappenalpental herrschenden Verhältnisse erkennen.

Da zwischen Stanzach und Martinau am östlichen Lechufer nur Trias ansteht, so ließe sich unter Voraussetzung eines Fensters im Hornbachtal für dieses entlang dem Lech ein stumpfes östliches Ende finden. Meine Beobachtungen haben mich aber gelehrt, daß das Triasgewölbe des Hornbachs ostwärts über den Lech weiterstreicht und zwar unter Ansteigen seiner Firstlinie und Breiterwerden seiner Basis. Hierauf scheint es zurückzuführen zu sein, daß an der Mündung des Namlostales unter dem Hauptdolomit die Raiblerschichten zutage treten. Indem nun das Gewölbe gegen Osten an Höhe und Breite zunimmt, verdrängt es die beiderseitigen Juramulden und nimmt dadurch wesentlichen Anteil am Aufbau der Triasberge beiderseits des Namlostales.

Vergleicht man die scheinbar ortsfremde Hochvogelgruppe mit dem scheinbar ortsfremden Wettersteingebirge, welche auffällige Ähnlichkeit erweist sich im Mechanismus der Gebirgsbildung, der diese beiden Massive betroffen hat! Beide haben sie Schubbewegungen ausgeführt, die zuerst meridional und zwar besonders auffällig nach Süden gerichtet waren; dann haben sie sich beide von Osten nach Westen bewegt. Beide werden sie im Süden von einer tiefen Juramulde begrenzt, die auch noch von Süden her überschoben wurde, dort von der Mieminger-, hier von der Hornbachschubmasse. Diese beiden Juramulden werden durch kleinere Triasgewölbe in zwei Züge zerlegt; und wieder steigen diese beiden Triasgewölbe, das des Hornbachs und das der Gehrenspitzen von Westen her verhältnismäßig ungestört an, um ostwärts jenseits des Lech und der Leutasch mit schnell zunehmender Höhe und Breite den Jura zu verdrängen und so als tektonische Elemente erster Ordnung am Aufbau des Triasgebirges teilzunehmen. Besonders auffällig wird die Ähnlichkeit zwischen den beiden Gewölben auch in lokaltektonischer Hinsicht, wenn man das Profil durch die Oberlähnsköpfe mit dem durch die Rohrerwand vergleicht. Beidemale wird das betreffende Gewölbe von zwei nach Süden gerichteten Überschiebungen gestört, von denen die tiefere eine solche von älterer

über jüngere Trias, die obere eine solche von Jura über Trias ist.

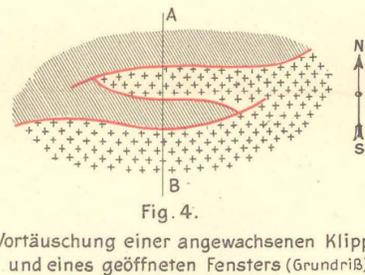
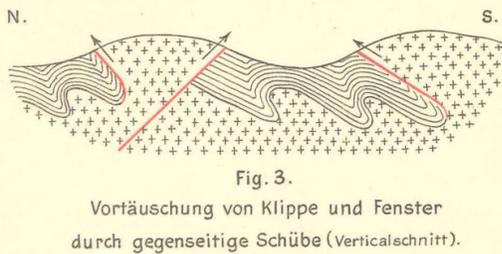
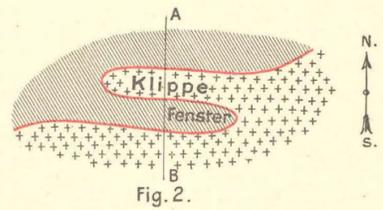
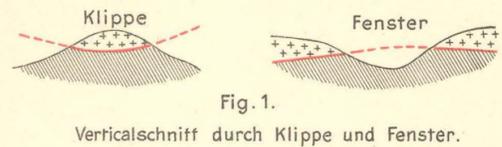
Noch auf eine Erscheinung sei die Aufmerksamkeit des Lesers gewandt. Die im vorigen Abschnitt erwähnte Lermooser Mulde, die von Lermoos westwärts nach Berwang zieht, ist eine nach Norden überkippte, verhältnismäßig wenig gestörte Jura-mulde. Liasschiefer sind in Rhät und Hauptdolomit eingebettet. Noch nie ist meines Wissens diese Mulde als ein Fenster angesprochen worden. Wie schön liegt sie aber in der Streichrichtung sowohl des Puittales wie des Hornbachtals. Steht es nicht im Interesse der Erhaltung der großen tektonischen Alpenzüge, auf eine Hornbach-Lermoos-Puittalmulde hinzuweisen? Wer nicht an eine solche Mulde glaubt, sondern im Hornbach- und im Puittal Fenstern den Vorzug gibt, der muß nicht nur die unnatürliche Annahme machen, daß drei aufeinanderliegende Decken von der Erosion zufällig so bearbeitet wurden, daß die in ihnen entstandenen zwei Fenster genau in die Richtungslinie der in der mittleren Decke befindlichen Mulde zu liegen kamen; sondern er muß dieser Richtungslinie auch noch die unnatürliche Eigenschaft zusprechen, daß sie auf einer mittleren Strecke Muldenlinie, auf den beiden angrenzenden äußeren Strecken hingegen Gewöbelinie ist. Man vergegenwärtige sich, daß sowohl im Puittal (s. Fig. 17, Tafel 12) wie im Hornbachtal (s. Fig. 23, Tafel 13) bei Voraussetzung eines Fensters eine sehr steile Aufwölbung der Deckgebirge anzunehmen ist.

Schlusswort.

Was über die Gebiete der Kampenwand und Scheibenwand, des Wettersteingebirges und der Hochvogelgruppe gesagt wurde, hat gezeigt, daß man in ihnen über die Frage ihrer Herkunft geteilter Meinung sein kann. Der Ansicht der ortsfremden Herkunft steht die Ansicht der ortsnahen Herkunft mit voller Berechtigung gegenüber. Wenn man daher liest, daß das „Fenster“ des Hinterhornbachtals das „am besten aufgeschlossene der nördlichen Kalkalpen“ ist, und daß das des Puittales mit „Gewißheit“ in „Wirklichkeit“ vorhanden ist, und daß im Kampenwand-Scheibenwandgebiet der „zweifelsfreie Nachweis einer bedeutenden, nachträglich samt dem überfahrenen Grundgebirge nachzudenken ge-

falteten Überschiebung“¹⁾ erbracht wurde, dann kann man aus diesen Mitteilungen die Überzeugung gewinnen, daß die moderne Alpengeologie mit ihren phantastischen Vorstellungen von ungeheuer weiten Schüben auch in den bayerischen Alpen und dem angrenzenden Tiroler Gebiet vorerst nur ein unsicheres Spiel treibt.

¹⁾ F. F. Hahn, Ergebnisse neuer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. Geolog. Rundschau Bd. V. Leipzig und Berlin 1914.



Zeichenerklärung für die Figuren 1-4

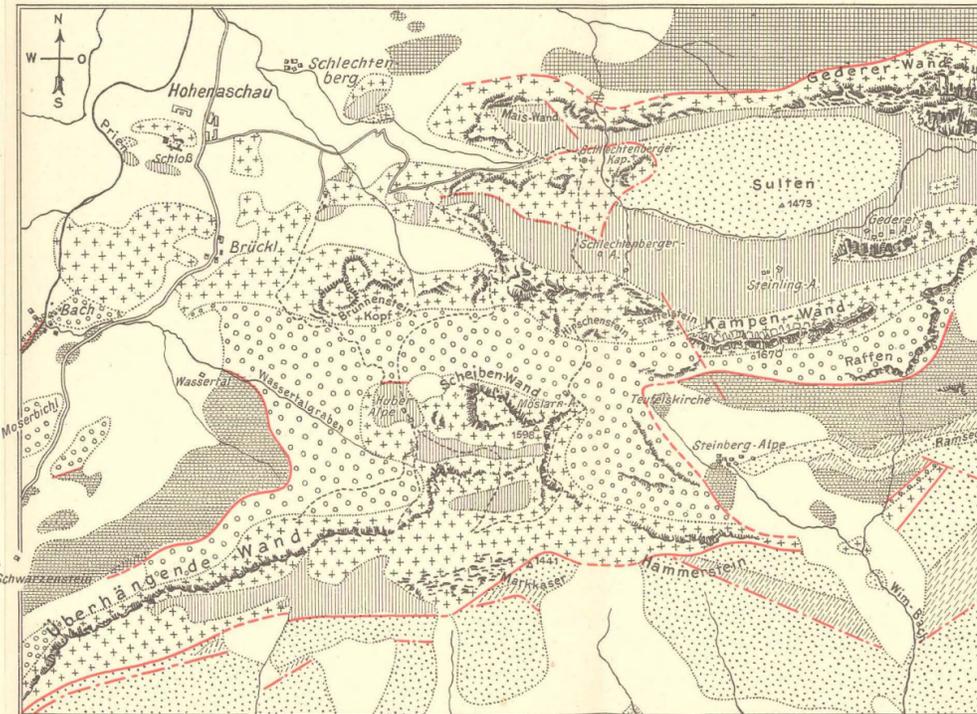
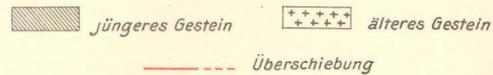


Fig. 5. Geologische Kartenskizze des Kampenwand- u. Scheibenwandgebietes nach F. Broili, M. 1:25000.

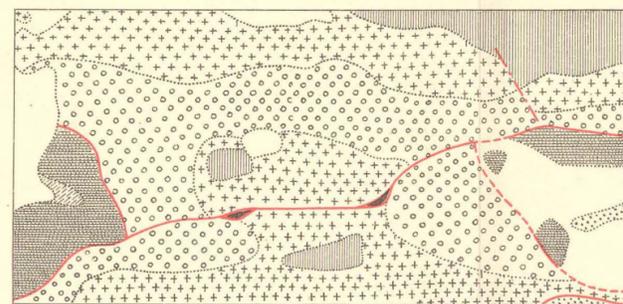
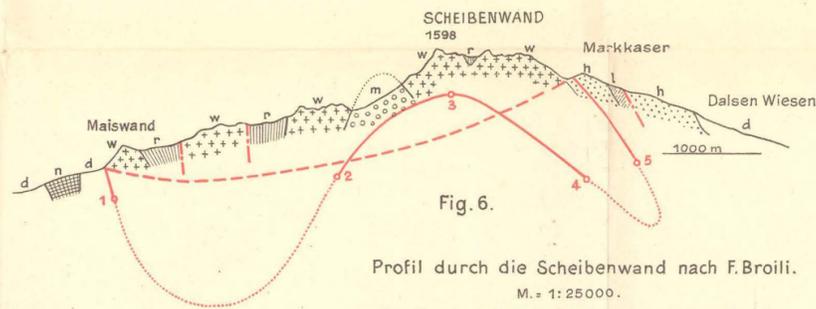
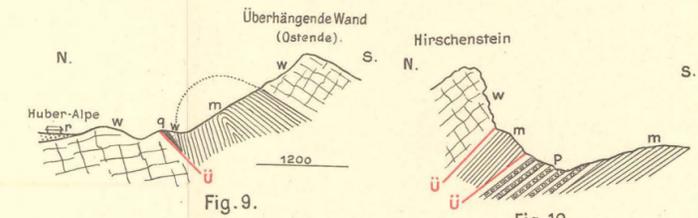
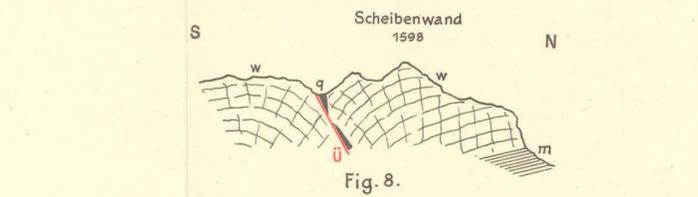
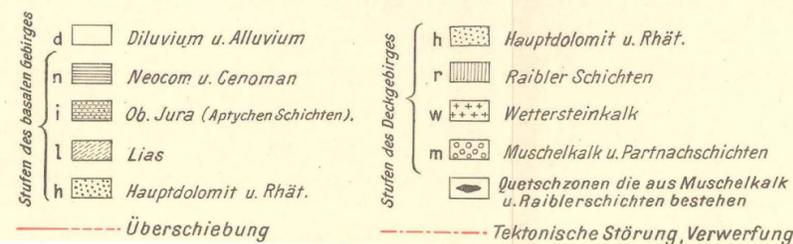
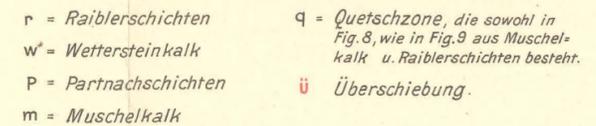


Fig. 7. Geologische Kartenskizze der Scheibenwand z.T. nach F. Broili, z.T. nach eigenen Beobachtungen. M. 1:25000.

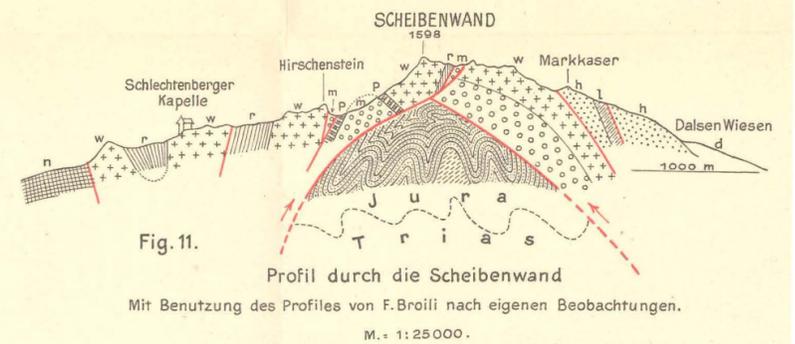
Zeichenerklärung für die Figuren 5-7



Buchstabenerklärung für die Figuren 8-10.



Die Fig. 9 ist im Maßstab 1:12500 gezeichnet. Die Figuren 8 und 10 sind nur Skizzen.



Zeichenerklärung wie bei den Figuren 5-7, nur sind die Partnachsichten als selbständige Stufe ausgeschieden.

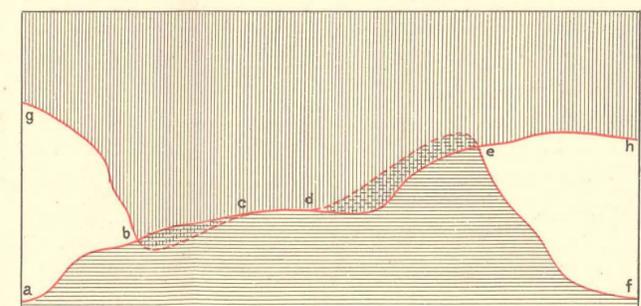
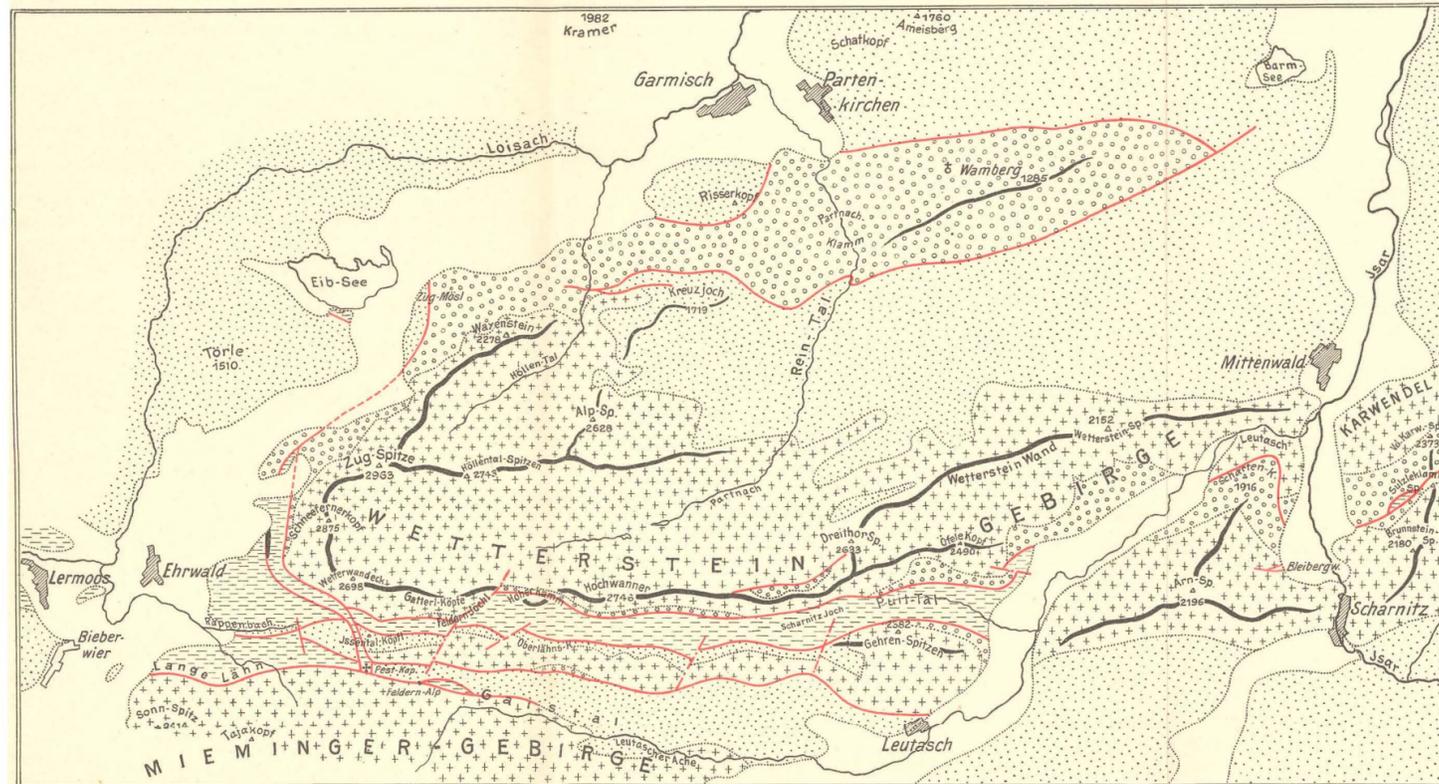


Fig. 13.

Geologische Kartenskizze des Wettersteingebirges,
gez. von H. Mylius mit Berücksichtigung der eigenen Anschauung nach der Karte von O. M. Reis.

Maßstab = 1:100 000.



(von 1:25000 auf 1:100 000 verkleinert und z.T. stark schematisiert).

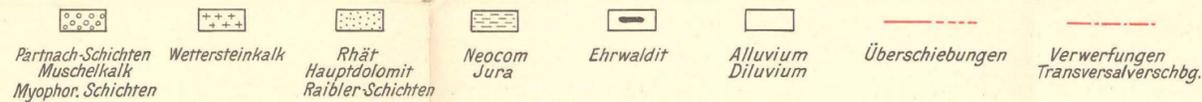
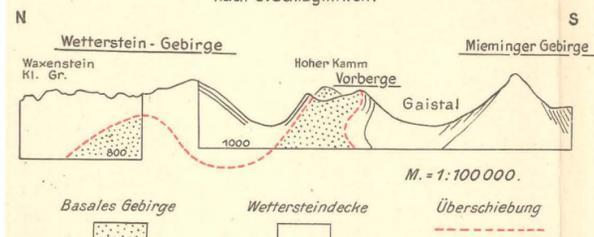


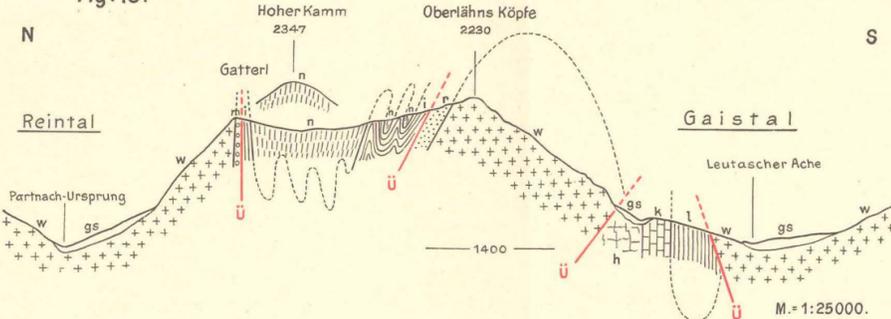
Fig. 17.

Schematischer Querschnitt durch
Wetterstein- und Mieminger Gebirge
nach O. Schlagintweit.



(Die beiden abgegrenzten Profilstücke sind zwei verschiedenen Profilen Schlagintweits entnommen; die Kombination derselben dürfte umso berechtigter sein, als der Waxenstein genau nördlich vom Hohen Kamm liegt).

Fig. 18.



Buchstabenerklärung:

m = Muschelkalk, w = Wettersteinkalk, r = Raibler-Schichten, h = Hauptdolomit,
k = Rhät (Kössener-Schicht), l = Lias, i = Malm, n = Neocom, gs = Gehängeschutt.

Fig. 14. Schematische Skizze von Schlagintweits Wettersteindecke.

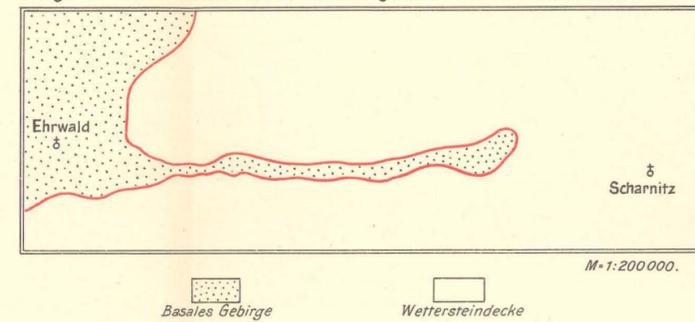


Fig. 15.

Deckenschema im Wetterstein- und Mieminger Gebirge nach O. Ampferer.

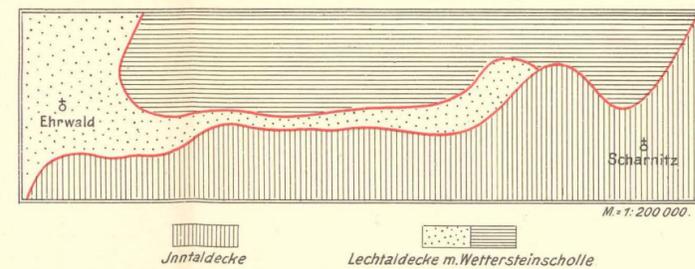


Fig. 16.

Schuppenschema im Wetterstein- und Mieminger Gebirge nach H. Mylius.





Geologische Kartenskizze der westlichen Allgäuer und Lechtaler Alpen gezeichnet von H. Mylius nach den Karten von C.A. Haniel

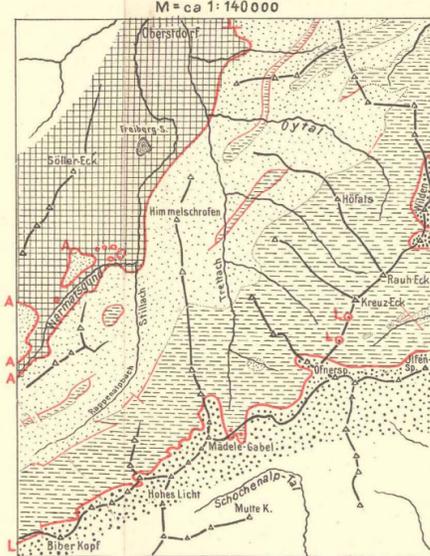
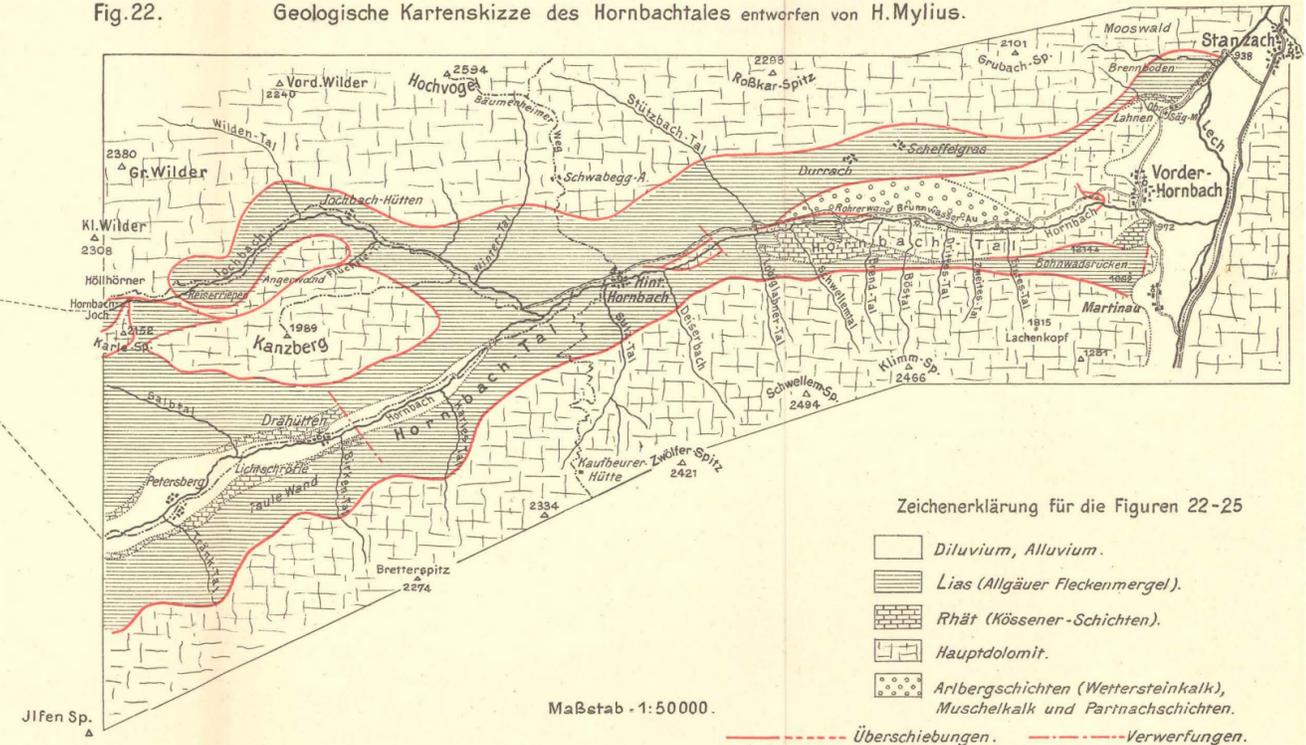


Fig. 22. Geologische Kartenskizze des Hornbachtals entworfen von H. Mylius.



Zeichenerklärung für die Figuren 22-25

Diluvium, Alluvium.
 Lias (Allgäuer Fleckenmergel).
 Rhät (Kössener-Schichten).
 Hauptdolomit.
 Arlbergsschichten (Wettersteinkalk), Muschelkalk und Partnachschichten.
 --- Überschiebungen.
 --- Verwerfungen.

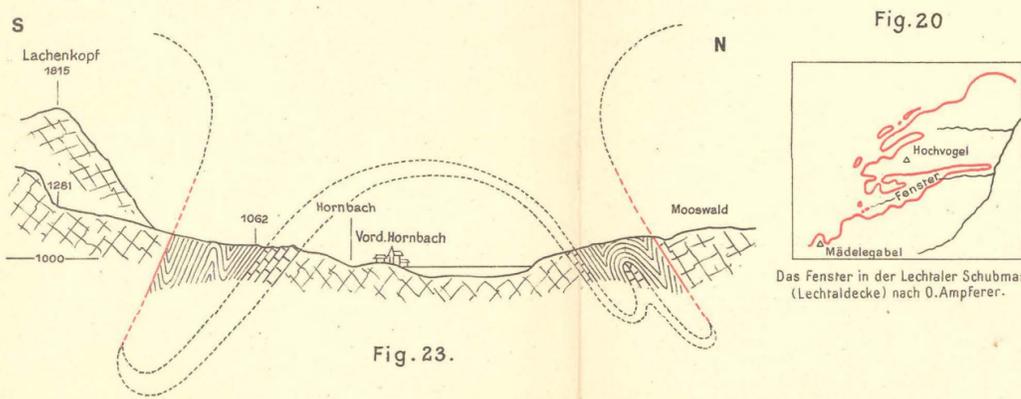


Fig. 20. Das Fenster in der Lechtaler Schubmasse (Lechtaldecke) nach O. Ampferer.

Flysch des basalen Gebirges
 Jura } der Allgäuer Schubmasse
 Trias }
 Trias der Lechtaler " " "
 --- Allgäuer Überschiebungslinie
 --- Lechtaler " " "

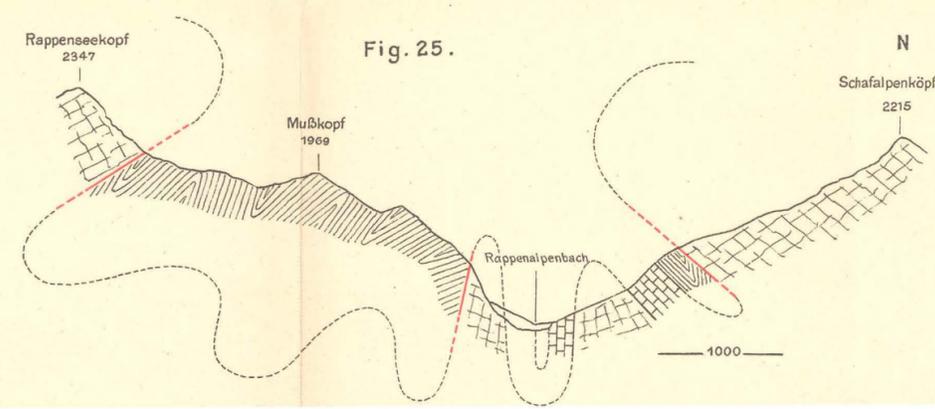
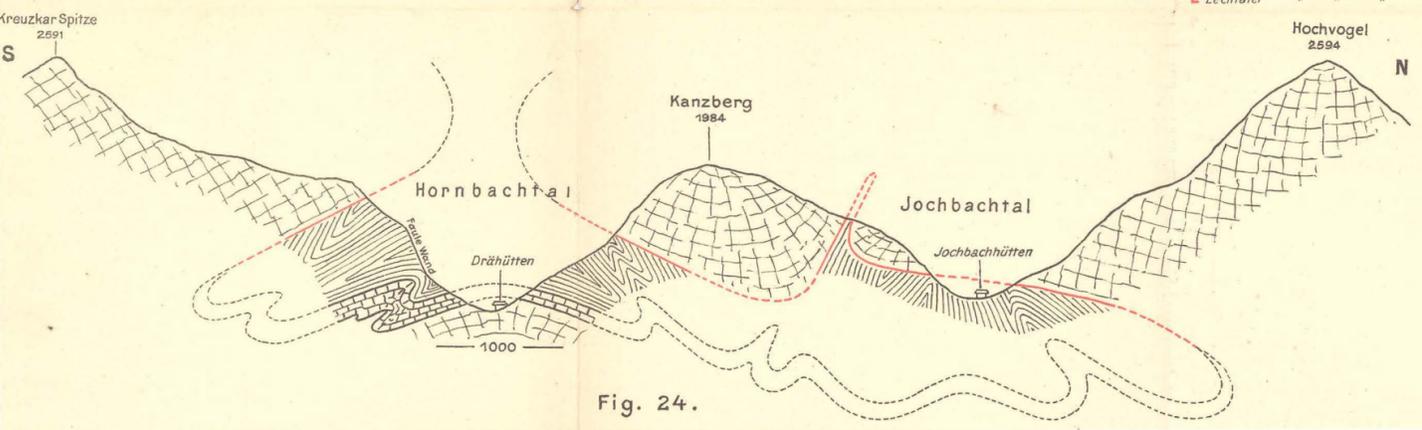


Fig. 26. Profilskizze durch das Hornbachtal bei der Rohrerwand. A geological sketch of a cross-section through the Hornbach valley at the Rohrerwand. Key locations include Hornbach, Rappenalpenbach, and Schafalpenköpfe. A scale bar of 1000 is provided.

m = Muschelkalk, p = Partnach-Schichten,
 a = Arlberg-Schichten (Wettersteinkalk),
 h = Hauptdolomit,
 l = Liasschiefer.