



# Der Schollenbau im Wetterstein- und Mieminger-Gebirge.

Von K. C. von Loesch.

Mit 3 Tafeln (Nr. I—III), einem Schollenkärtchen und 4 Illustrationen im Text.

## I. Einleitung.

### A. Begrenzung des Gebietes.

Die Arbeit beschränkt sich in der Hauptsache auf die Darstellung des Wetterstein- und Miemingergebirges und ihrer Vorberge. Doch wurden das westliche Karwendelgebirge, ferner die im Westen und Norden anstoßenden Gebiete, soweit sie zum Schollenbau Beziehungen haben, mitbesprochen.

Es wurde absichtlich vermieden, über die beiden letzteren Theorien aufzustellen, da für sie hinreichende Grundlagen noch fehlen. Eine geologische Karte des Gebietes der Bichelbacher Mulde ist zwar im Blatt Zirl-Nassereith veröffentlicht worden, doch steht eine Beschreibung noch aus. Das Kramergebiet<sup>1)</sup> ist seit 1894 nicht mehr bearbeitet worden, über das des Krottenkopfes liegt seit Gumbels Zeit nur ein Profil im Rothpletzschens Querschnitt (13) vor.

### B. Ziele der Arbeit.

Das Ziel dieses Versuches ist, genauere Vorstellungen von der Natur der tektonischen Vorgänge zu gewinnen und sie chronologisch<sup>2)</sup> einzuordnen.

Dazu war es unumgänglich notwendig, die Gebirgsmassen in größere und kleinere Einheiten zu trennen. Eine solche Einheit, für

<sup>1)</sup> Nachdem diese Arbeit im wesentlichen vollendet und ihre Ergebnisse in einem Vortrage (4. März 1913) veröffentlicht waren, begann Herr cand. geol. Otto Wolf die Neuaufnahme des Kramers und nach W angrenzenden Gebiete.

Im gleichen Sommer 1913 fing Herr Dr. J. Knauer die Aufnahme des zwischen Loisach, seiner Herzogstand—Heimgarten-Karte (16) und der Reisschen Karte gelegenen Gebirges an.

Mit Herrn Otto Wolf und in Gesellschaft von Herrn Dr. Otto Schlagintweit besuchte der Verfasser das Arbeitsgebiet des erstgenannten. Mit Rücksicht auf dessen bevorstehende Publikation hat sich der Verfasser eine größere Beschränkung in der Äußerung über das Kramergebiet auferlegt, als sie ursprünglich vorgesehen war. Vgl. die Bemerkungen zur Profiltafel pag. 29.

<sup>2)</sup> Es handelt sich vorerst um eine nur relative Chronologie. Vgl. pag. 5 ff.

die die neutrale Bezeichnung Scholle gewählt wurde, hat ein bestimmtes, ihr eigentümliches Schicksal erlitten: während in frühen Faltungszeiten das ganze Gebirge einem Prozeß mehr oder weniger einheitlich unterworfen war, erlitten nach Eintritt der Schubphasen die Einzelschollen abweichende Geschicke, wirkten in unserem Gebiete zunächst aktiv (Hammer) und wurden zum Teil später passiv (Ambos). Durch die Gemeinsamkeit der Schicksale wurden Bruchstücke verschiedener Herkunft unter Umständen zu einer tektonischen Einheit: zu einer Scholle.

Der Herkunft dieser Schollen wird nachgeforscht, die gegenseitige „Wertigkeit“ in tektonischem Sinne erwogen, die Schubbewegungen werden auf ihre Richtung und ihre Natur (primär, sekundär, aus Schub entstehende Faltung) geprüft.

Die Verhältnisse bringen es mit sich, daß die Untersuchungen über die zeitlich am kürzesten zurückliegende Schubphase fast den gesamten Raum einnehmen. Unsere Vorstellungen von den Vorgängen vor der Schubphase sind heute noch recht unbestimmt; mit dem Fortschritte der Untersuchungen über die Schubphase, die vor allem nottun, werden sie von selbst Gestalt annehmen.

Diese Untersuchungen sind erst dann als erfolgreich anzusehen, wenn es gelungen sein wird, alle Schubvorgänge über weite Gebiete ohne innere Widersprüche chronologisch einzuordnen.

Die Arbeit schließt mit einem solchen Versuch für unser verhältnismäßig kleines Arbeitsgebiet ab: er muß noch primitiv sein, da natürlich nur die gerade hier deutliche Spuren hinterlassenden Vorgänge erfaßt werden konnten und bedarf des Ausbaues und der Überprüfung durch die Verfolgung der hier gewonnenen Richtlinien zunächst in die Nachbargebiete, wobei sich für das Wetterstein- und Miemingergebirge zahlreiche neue Gesichtspunkte wiederum ergeben dürften.

---

Es darf nicht der Zweck einer tektonischen Untersuchung sein, etwas „beweisen“ zu wollen; mit Recht ist man Arbeiten gegenüber mißtrauisch, die zum Beweis einer Theorie unternommen zu sein scheinen. Diese sind dann auch zumeist geringwertiger als die, an welche ein unbefangener Verfasser heranging: der nicht das Endurteil schon mitgebracht und nur die Mühe hat, sich und andere davon zu überzeugen, daß im untersuchten Gebiete keine seiner — vorausgesetzten, ihm vielleicht ganz anderswo bewiesenen — Theorie entgegengesetzten Tatsachen vorhanden sind.

Ein Verfasser hat zunächst alle kombinationsfähigen Momente auf ihre Erheblichkeit kritisch zu prüfen: nach Erlangung eines vollkommenen Überblicks wird aus der Versenkung in die Materie erst der Aufbau einer wertvollen Lokalarbeitshypothese möglich sein.

Ist sie gewonnen, so beginnen die größten Schwierigkeiten vielleicht erst jetzt mit der Darstellung. Denn es ist unmöglich, den Werdegang der Hypothese, die anfangs beständig sich wandelnden Ideen, die sich allmählich um einen ruhenden Punkt, den Angelpunkt, kristallisierten, wiederzugeben: eine so angelegte Arbeit wäre unlesbar.

Vielmehr muß er — wenn auch im einzelnen viele verschiedene Methoden der Darstellung möglich sind — stets als Endziel die Motivierung seiner Ergebnisse im Auge haben.

Von Fall zu Fall wird er die Kombinations- und Erklärungsmöglichkeiten, die sich bieten, vortragen, abwägen und seine Entscheidung rechtfertigen. Die Beobachtungen, die er für seine Auffassung anführt, mag man als „Beweise“ bezeichnen.

Sie nehmen oft einen größeren Raum ein, als dem Verfasser wünschenswert erscheinen mag, besonders wenn schon eine reichlich vorliegende Literatur polemische Verbreiterung erheischt.

## II. Allgemeiner Teil.

### A. Voraussetzungen und „Beweisführung“.

Bisweilen ist es schon nicht leicht, der Beweisführung über die Tektonik eines Gebietes zu folgen, dessen Morphologie und Schichtverteilung man, vielleicht durch Exkursionen [mit einer geologischen Spezialkarte] kennt.

Handelt es sich aber um noch nicht besuchte Gebiete, so wird das Folgen schwerer, selbst wenn — ein besonders günstiger Fall — genügend Muße zum Studium der unerläßlichen Spezialkarte, die noch dazu unparteiisch sein muß, zu Gebote steht.

Doch sind diese beiden Hindernisse zweifellos überwindbar.

Schlechter steht es mit der Beweiskraft der Argumentierung selbst. Mathematische „Beweise“ wird niemand in geologischen Arbeiten erwarten.

Es kann sich vielmehr nur um Wahrscheinlichkeitsurteile handeln, wobei die Wahrscheinlichkeit irgendeines Nachweises dem Leser um so zwingender erscheinen wird, je mehr die Prämissen des Verfassers sich mit den seinen decken. Je mehr Deutungen von Tatsachenkomplexen (vielleicht aus anderen Gegenden) von beiden anerkannt werden und vorausgesetzt gesetzt werden können, umso mehr Verständigungs- und damit Beweismittel stehen zu Gebote.

Darum ist es verhältnismäßig leicht, einem Kreise von Gleich- erfahrungsreichen und damit Gleichvoraussetzenden, ja ein ähnliches Resultat Erwartenden etwas zu „beweisen“: ein Ziel, mit dem nur Bescheidene sich begnügen.

Dieser Kreis wird weiter oder enger sein, je nachdem die Voraussetzungen des Verfassers sich mit denen der größeren oder kleineren Gruppen decken, in die die Alpengeologen nach ihren so entgegengesetzten Anschauungen sich einteilen lassen.

Weil mancher Verfasser zunächst keine gleichvorbereitete Leserschaft finden konnte, verhallten manch treffliche Arbeiten zunächst fast völlig; sie wurden nicht immer, wie so oft behauptet wird, aus Voreingenommenheit totgeschwiegen, sondern begegneten nur einem verständlichen Unverständnis und die so oft erlebte glänzende Auf- erstehung, die manche Werke feierten, mußte mit dem Augenblick

eintreten, in dem die Leserschaft in die vorausseilenden Voraussetzungen des Verfassers hineingewachsen war.

Hierfür gibt es Beweise in jedem Zweige der Naturwissenschaften.

Wie für jene grundlegenden Arbeiten, so gilt das im kleinen für alpen tektonische Spezialuntersuchungen.

Wem ist es nicht schon so ergangen, daß er einer Beweisführung zu folgen suchte und beim besten Willen das Beweisende nicht perzipieren konnte? Es fehlte an den Voraussetzungen, die dem Verfasser so selbstverständlich waren, daß er nicht auf den Gedanken kam, sie seinen Ausführungen voranzustellen. Beabsichtigt man aber eine solche Voreinsetzung, so ist die Auswahl aus der Materie eine neue Schwierigkeit, mit der man sich so gut als möglich abfinden muß. Daß man bei solcher Gelegenheit dem einen oder anderen Selbstverständlichen sagt, ist ein geringes Übel; jeder Leser kann ja überschlagen.

Zur Natur der „Beweise“ selbst. Einzelbetrachtete Beobachtungstatsachen sind meist vieldeutig; örtlich kann eine vielleicht näherliegende Deutung den Vorzug verdienen, die in Ansehung eines größeren Komplexes unhaltbar wird. So entsteht aus dem Bedürfnis, vermeidbaren Irrtümern aus dem Wege zu gehen, der Wunsch, immer größere Gebiete zu überblicken, was vorderhand mangels guter Detailaufnahmen vieler Gegenden noch unmöglich ist.

Dieser Beschränkung wegen sich von tektonischen Untersuchungen der schon gutbekannten Gebirgsstöcke abhalten zu lassen, sie etwa auf die Zeit nach der Vollendung der Gesamtalpenaufnahme zu verschieben und auf diese alle Kraft zu konzentrieren, wäre verkehrt.

Denn eine kritische Untersuchung der gut durchforschten Gruppen auf ihren Bau und ihre Entstehung — so ist der Begriff „tektonische“ Untersuchung aufzufassen — ist für das Weiterschreiten geologischer Untersuchungen und die Verfeinerung ihrer Methoden unbedingt erforderlich.

Zudem wird nach Vollendung der Alpenaufnahme das Bedürfnis nach Heraushebung der den einzelnen Gebirgsgruppen eigentümlichen Erscheinungen noch immer bestehen.

Für gewisse Beobachtungen (wie zum Beispiel für die Richtung eines Schubes) gibt es eine Anzahl positiver Beweismittel, von denen dem einzelnen (wie zum Beispiel den Rutschflächen, den Schubstreifen, dem Neigungswinkel und der Neigungsrichtung der angenommenen Schubfläche) allein noch keine Überzeugungskraft innewohnt. Sie werden erst durch den Nachweis wirksam, daß sie alle oder mehrere von ihnen gleichzeitig beobachtet wurden, daß sie sich nicht widersprechen und daß sie mehr als lokale Bedeutung haben.

In einem Gebiete können zum Beispiel viele Lokalüberschiebungen, jedesmal von verhältnismäßig großem Ausmaße, beobachtet werden und doch kann die Frage berechtigt sein, ob sie nicht als Nebenerscheinungen unwesentlich sind und ob die Haupthorizontalebewegung sich nicht anders als in Form von einer flach deckenförmigen Überschiebung, wie man sie sich leicht nach Analogie der obigen Lokalerscheinungen vorstellen könnte, vollzogen hat?

Solche Fragen von grundlegender Wichtigkeit entziehen sich meist einer exakten Beantwortung: je peinlicher der Untersucher vorgeht, um so schwerer gelangt er zu einer Entscheidung, um so öfter wird er sich mit einer negativen Äußerung begnügen müssen.

Noch schlechter steht es mit den Beweisen, die auf gewisse Voraussetzungen und solchen, die auf Ergebnisse anderer Abschnitte der Arbeit aufgebaut sind.

Während im letzteren Falle das Versagen auch nur eines Gliedes in einer langen Kette logischer Schlußfolgerungen ein scheinbar festgefügtes Gerüst von gedanklicher Arbeit zu erschüttern vermag, bewegt man sich beim Beweise durch Voraussetzungen in einem *circulus viciosus*.

Teilt man zum Beispiel ein Gebiet nach Bezirken unterschiedlichen Schichtenreichtums in gegensätzliche Einheiten, so dürfte — streng genommen — nicht in Zweifelsfällen aus der vorausgesetzten Einteilung für irgend etwas, wie zum Beispiel für Schübe Beweiskraft hergeleitet werden.

In der Praxis dürfte das kaum immer zu umgehen sein und in der Tat ist der Fehler geringer als oben dargestellt.

Die Zurechnung zu einer Einheit soll ja selbst, wenn sie vielleicht bei der Darstellung vorausgesetzt wird, auch das Resultat der gedanklichen Gesamtarbeit sein, die kein entgegenstehendes Argument ergeben und jede weitere Einteilungsmöglichkeit erwogen und verworfen hat, was dann im Laufe der Deduktion nachgewiesen werden muß.

Das, was sich aber der Darstellung entzieht, weil es allzuweit abführt und nur angedeutet werden kann, sind Beziehungen, die feinen Fäden gleich zwischen fast allen Teilen eines noch so kompliziert gebauten Gebirges gefunden werden können. Da finden sich Analogien, Wiederholungen, abweichende und gleichsinnige Lösungen der ähnlichen Probleme, die ohne für die Erkenntnis des Gebirgsbaues gerade ausschlaggebend zu sein, vielleicht der beste Prüfstein des Wertes der gefundenen Bauformel sind.

## B. Die Faltungen vor der Schubphase.

(Grundsätzliche Erwägungen.)

In Übereinstimmung mit Reiss, Ampferer und Schlagintweit wird angenommen, daß die Schubphase ein bereits gefaltetes Gebirge erfaßte.

Die primären Falten streichen longitudinal und sind scheinbar lokal verschieden kräftig: nie sind sie, wenn nicht nachweislich jüngere Kräfte tätig waren, sehr eng, ja manchen Orten, wie im Puitental und in der Hohen Kranzberg-Scholle recht flach.

Die Faltung muß nachneokomisch sein: das zeigt die Mitfaltung des Neokoms, sonst bietet unser engeres Gebiet keine Anhaltspunkte für die absolute Altersbestimmung.

Ampferer unterscheidet in den benachbarten Lechtaler Alpen analog den Beobachtungen in anderen Alpengebirgen vor der Schubphase zwei Faltungen, auf die Meereseinbrüche erfolgten, welche marine Sedimente hinterließen:

die präcenomane mit geringerer Faltung,  
die prägosauische mit kräftigerem Faltenwurf.

Die der letzteren folgende Überflutung hinterließ die Gosauablagerungen des Muttekopfes innerhalb der Fortsetzung unserer Mieminger Scholle; die der ersteren folgende cenomane Kreideschiefer, die von den in Inseln zerlegten Frontteilen der gleichen Schubmasse noch überschoben werden.

Hieraus folgt, daß sowohl die präcenomane als auch wahrscheinlich die prägosauische Faltung und die gosauische Sedimentationsperiode der Schubphase vorangingen.

Die Annahme eines weittragenden Ostschubes der Mieminger Scholle (= Ampferers Intaldecke) in nachgosauischer Zeit würde das Vorkommen der Grauwackengerölle in der Muttekopf Gosau ungezwungen erklären. Die heute etwa 100 km betragende Entfernung bis zum nächsten Anstehen von Grauwacken wäre ganz oder zum Teil das Resultat des Ostschubes<sup>1)</sup>.

Es scheint nach Sachlage keineswegs ausgeschlossen, daß auch in unseren Gebieten zwei Faltungen vor der Schubphase stattgefunden haben: zur Zeit ist es aber noch unmöglich, sie nachzuweisen, ja selbst von der Konfiguration der damals geschaffenen Gebirge ein auch nur einigermaßen anschauliches Bild zu entwerfen.

Denn die Schubphase mit ihren gewaltigen Veränderungen hat die vorherbestehenden Züge stark verundeutlicht.

Heute sieht man Reste einer westlichen Urscholle mit Hauptdolomit an den Rändern und Jura im W, Neokom noch im O im Kern unter und neben den Schollen der östlichen Triasurschubmasse liegen, deren Basis im Frontteil des Nordflügels aus Muschelkalk, Partnachschieben und Wettersteinkalk besteht.

Dieser Nordflügel enthält im Kern westlich der Isar noch Hauptdolomit, östlich derselben scheinbar dieselbe junge Serie wie die westliche Urscholle; im Leitersteiggewölbe sind noch zum Teil ältere Schichten als an der westlichen Schubfront entblößt (Reichenhaller Schichten).

Der Südflügel dagegen zeigt<sup>2)</sup> an den westlichen Frontteilen Hauptdolomit, später erst (gegen O) stellt sich ältere Trias ein; charakteristisch<sup>3)</sup> scheint für ihn das Fehlen aller jüngeren Schichten als Hauptdolomit (mit Ausnahme der transgredierenden Muttekopf Gosau) zu sein.

Hieraus ergibt sich, daß eine bedeutende Erosionsdiskordanz vorliegt, die auf eine lange dauernde Abtragungsphase vor Eintritt der Schübe schließen läßt.

Betrachtet man nur den Schichtreichtum der Mulden — und sieht man vom Schichtbestand der Schollen, für den die Abscherungs- (die Abhubs)fläche noch wichtiger ist, ab<sup>4)</sup> —, so scheint der gegen O

<sup>1)</sup> Vgl. O. Ampferer, Über die Gosau des Muttekopfes. Jahrb. R.-A. 1912, 62, Bd., 2. Heft. Diese Lösung ist einfacher als die entsprechenden nappistischen Erklärungsversuche.

<sup>2)</sup> Ich hoffe, Ampferer, auf dessen Angaben ich mich stütze, nicht mißverstanden zu haben.

<sup>3)</sup> Ampferer, l. c. pag. 303.

<sup>4)</sup> Bis nicht die Beschreibung und die Karten [Ampferers] von den Lechtaler Alpen vorliegen, muß die Diskussion der an den unterschiedlichen Schichtreichtum der westlichen Frontteile der Einzelschollen sich anknüpfenden Fragen zurückgestellt werden.

zunehmende Schichtreichtum mit der Tendenz von W nach O abzusinken<sup>1)</sup> ursächlich verknüpft.

Diese scheint vor der Schubphase schon vorhanden gewesen zu sein und bei Eintritt des O—W-Druckes den Ausgleich der Spannung durch westgerichtete Überschiebungen erleichtert zu haben: ostgerichtete, die theoretisch durch den gleichen Druck gleich leicht hätten entstehen können, fehlen in den nördlichen Kalkalpen fast immer<sup>2)</sup>.

Es wäre ein Zirkelschluß und hieße die allgemeine Bedeutung dieses Phänomens verkennen, wenn man das Absinken nur als die Folge der Ostschübe ansehen wollte.

Die Faltungsphasen scheinen also durch Vertikalsprünge [vor der Schubphase noch] gefolgt worden zu sein, zu deren Ostseite eine Hebung, zu deren westlicher eine Senkung der Mulden erfolgte. Dagegen kann die heutige Transversalverteilung von Gruppen geringeren Schichtreichtums im S (und im äußersten N) und größeren nördlich von ihnen (Mesozoikum sowohl in der westlichen Urscholle als auch im Nordflügel der Urtriasschubmasse) erst eine Folge der Bewegungen der Schubphase gewesen sein.

Das Wiedereinstellen von Neokomschichten im östlichen Kern des Nordflügels ist hochbedeutsam und wird sicher einmal ein gutes Hilfsmittel zur Wiederherstellung des Faltenverlaufes vor den Schubphasen abgeben.

Das sollte bei der von vielen Seiten so beliebten Aufstellung großzügiger nappistischer Einheiten zur Vorsicht mahnen, zumal der große Unterschied im Schichtbestande zwischen westlicher Urtriaskreidemulde und Nordflügel der Triasschollenmasse nur am Westrande des Wettersteingebirges und teilweise am Nordrand sehr groß ist, der zum Teil<sup>3)</sup> mit den gewaltigen Erhebungen durch die Ostschübe und die stark verarmende Wirkung der Erosion nach der Schubphase erklärt werden kann.

Am pferers Zurechnung der Wettersteinscholle zur „Lechtaldecke“ trägt dieser Erwägung Rechnung und es besteht zweifellos eine gewisse Gemeinschaft zwischen beiden, besonders wenn man das noch nicht hinreichend durchforschte nördliche Vorland von dem westlichen und der Jurakreidemulde trennt. Die Präjudizierung durch den vorgehenden Gebrauch des vieldeutigen Ausdruckes „Decke“ erschwert die Verständigung ungebührlich: der Deckenbegriff ist so deubar, daß jeder ihn scheinbar in einem etwas anderen Sinne anwendet; dabei ist er doch nicht plastisch genug, um den eigentümlichen Erscheinungen des bewegten Schollengebirges gerecht zu werden. Ich wende ihn nur dann an, wenn eine klare deckenförmige Überlagerung vorliegt, wie zum Beispiel in unserem Arbeitsgebiet in beschränkter Ausdehnung am Westende des Wettersteingebirges und im Puitental.

Es steht keineswegs fest, wie sich die Schubmassen nach unten zu in größerer Entfernung von den Westenden verhalten und es müßte erst ein prägnanter Ausdruck

<sup>1)</sup> Es erübrigt, Beweise dafür, die so häufig sind, einzeln aufzuführen.

<sup>2)</sup> *Anmerkung während der Korrektur.* F. Broili nimmt in einer erst nach Abschluß des Manuskriptes erschienenen Arbeit (Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Stuttgart 1914) an der Kampenwand in der bayrischen Voralpenzone eine westgerichtete Überschiebung an.

<sup>3)</sup> Zum anderen Teile durch Vertikalverschiebungen vor der Schubphase.

für ihr so wechselvolles Verhalten, das den raschen Übergängen von Anlagerung (steile Randspalte) und Überlagerung (Überschiebung) gerecht wird, gefunden werden.

Dazu fehlt aber noch die Vorbedingung, die genaue Erkenntnis dieser Vorgänge.

Die Schubphase wird also, da die Gosauschichten noch mitgeschoben zu sein scheinen, wohl der dritten Bewegungsperiode, der tertiären, angehören.

Reis glaubt, daß wegen anfänglich noch größerer Hangendbelastung zuerst gefaltet wurde und daß nach der Erleichterung durch die Erosionsperiode Überschiebungen auftreten konnten und mußten.

Ich meine, wichtiger ist ein Wechsel in der Richtung des eintretenden Druckes: denn wäre der Druck gleichgerichtet geblieben, so hätten im Sinne von Reis wohl Überschiebungen folgen müssen, aber nordgerichtete. Solche von Bedeutung sind aber (trotz der gegenteiligen Behauptung von Schlagintweit) noch nie beobachtet worden.

Mir scheint, als wäre der Druck in der zweiten gebirgsbildenden Phase senkrecht zur Richtung des Druckes desjenigen der ersten gerichtet gewesen und darum liegt die Rothpletz'sche Erklärung näher, welche annimmt, daß dann erst Überschiebungen eintreten müssen, wenn ein neuer, senkrecht zum früheren Druck und gleichgerichtet mit den durch jenen geschaffenen Längssätteln und Mulden eintretender Druck nicht mehr falten kann (Beispiel: Wellblech) und sich jetzt in Überschiebungen entspannen muß.

Ferner habe ich mit Reis an der Rothpletz'schen Auffassung festgehalten, daß wir uns in Mitte der in ihrer Gesamtheit nach W bewegten rhätischen Schubmasse befinden. Naturgemäß kann aus einem so zentral gelegenen Gebiete kein Argument für die Richtigkeit dieser Anschauung, die übrigens für die Erklärung der lokalen Erscheinungen des Wettersteingebietes von geringer Bedeutung ist, erwartet werden. Momente, die gegen diese Auffassung sprächen, wurden nicht beobachtet.

Nur in einem kann sie hier Bedeutung gewinnen. Die oben charakterisierten Urschollen erscheinen im Wettersteingebirge in einem schroffen Gegensatze: die westliche vorwiegend aus jungen Schichten stets leidend, über- und verschoben, die östliche Triasurscholle schiebend. Letztere zerfällt in zahlreiche Einzelschollen mit eigenen Geschieke, die teils frühzeitig in eine leidende Stellung gedrängt werden. Eine solche Teilung muß naturgemäß am [westlichen] Stirnrand stärker sein als in den östlichen Enden einer Hauptscholle; immerhin entspringt es der Annahme einer rhätischen, ostwärts bewegten Masse, auch in der westlichen [Lechtaldecke] einen Schollenzerfall anzunehmen und vor allem in der Zone junger Schichten am südlichen Wettersteingebirgsrand eine zurückgebliebene Scholle zu sehen. Hier muß ich mich mit dieser Andeutung begnügen.

Die Frage nach der Form der westlichen Grenzlinie der Triasurscholle in der Zeit vor der Schubphase ist ziemlich gleichbedeutend mit der Frage nach dem Ausmaße der durch die einzelnen Schübe zurückgelegten Entfernungen. Sie ist heute noch keineswegs einwandfrei zu beantworten, aber von höchster Wichtigkeit.



Schließlich sei die Aufmerksamkeit auf die Form der Unter-einheiten, in die die Urschollen zerfallen, gelenkt. Sie sind alle schmal in transversaler, lang in longitudinaler Richtung und ähneln im kleinen jener Inntaldecke Ampferers, die bei einer Erstreckung von 136 km vom Spuller See im W bis Münster im O nur eine Durchschnittsbreite von etwa 10 km haben soll.

### III. Literaturbesprechung.

#### A. Allgemeiner Rückblick.

Während alle noch älteren Arbeiten über unser Gebiet heute nur ein literarisches Interesse besitzen, bleibt die Karte der Gumbelschen Generalaufnahme aus der Mitte des vergangenen Jahrhunderts für Gebietsteile, die bislang keine monographische Bearbeitung wieder erfahren haben, die einzige Quelle, aus der wir schöpfen können.

Das benachbarte Karwendelgebirge hat in neuerer Zeit zweimal von österreichischer Seite eine eingehende Bearbeitung erfahren<sup>1)</sup>, während für den bayrischen Anteil die von Rothpletz und einigen Fachgenossen (1888) unternommene Kartierung die Grundlage geblieben ist.

In den Bereich unseres Gebietes fällt noch die 1895 erschienene Aufnahme Heimbachs in den Farchanter Alpen (Kramergebiet, 10). Ihre Karte (1:50.000) gewinnt dadurch an Bedeutung, daß Rothpletz an einigen Begehungen teilgenommen hatte. Sie ist heute bis zu einem gewissen Grade veraltet.

Noch unter Gumbels Leitung begann die geognostische Abteilung des Oberbergamts in München 1893 eine umfangreiche Aufnahme des Wettersteingebirges im Maßstabe 1:25.000, deren Karte nach 18jähriger, freilich nicht ununterbrochener Arbeitszeit zur Veröffentlichung gelangte (2). Ihr Titel nennt O. Reis und F. Pfaff als Verfasser. Da die uns hier interessierenden Teile der Arbeit fast ausschließlich von Reis gefertigt sind, dürfen wir — der Kürze wegen — ihn schlechtweg als Autor nennen, zumal auch der I. Teil des begleitenden Textes von ihm ausschließlich herrührt.

Die Karte stellt ein Gebiet von beiläufig 320 km<sup>2</sup> geologisch koloriert dar und ist die Grundlage aller weiteren Arbeiten. Reis' Sachlichkeit ist vorbildlich. Ihre schon von Ampferer<sup>2)</sup> gerühmte Zuverlässigkeit kann ich besonders im eigentlichen Wettersteingebiete<sup>3)</sup>, das heißt den zwischen Isar, Leutascher Ache, Gaistal, Loisach und Kankerbach gelegenen Teilen auf Grund zahlreicher Begehungen vollauf bestätigen.

<sup>1)</sup> Ampferer und Hammer 1898 für das südliche Karwendelgebirge (11), Ampferer 1903 für das nördliche Karwendelgebirge (3).

<sup>2)</sup> 7, pag. 197.

<sup>3)</sup> In den angrenzenden Gebieten, die noch auf dem Kartenblatt zur Darstellung gelangten, fand ich einige Ungenauigkeiten. Vgl. pag. 28, 37, 39 und 41. Hier mußte sich Reis wohl auf ältere Aufnahmen stützen und mit kursorischen Begehungen begnügen.

Sie ist um so höher einzuschätzen, als bei der Größe des Gebietes und seiner bedeutenden Höhenlage, wie Re is es mitteilt, nicht überall jene Reambulationen durchführbar waren, die nach völliger Fertigstellung einer Aufnahme oft noch wünschenswert sind.

(Leider läßt die topographische Unterlage einiges zu wünschen übrig. Sie bietet nur Höhenkurven von 100 zu 100 *m*, während die entsprechenden Positionsblätter des gleichen Maßstabes, die für den bayrischen Anteil die Grundlage der Karte bildeten, Abstände der Niveaukurven von 10 *m* aufweisen. Diese Verarmung des Kartenbildes ist wohl darauf zurückzuführen, daß auch österreichische Gebietsteile in die Karte einbezogen wurden, in denen es an Zehner-Kurven mangelte. Vielleicht wäre es — unter Verzicht auf eine Gleichartigkeit der Unterlage — günstiger gewesen, alle Details des bayrischen Anteils in die Gesamtkarte zu übernehmen und im österreichischen Gebiete, so gut es eben das grundlegende Kartenmaterial zuließ, sich zu behelfen.)

Die lange Dauer der Wettersteinaufnahme brachte es mit sich, daß Re is während ihrer die Entwicklung der verschiedenen modernen Ideen über Tektonik erleben konnte. Die uns heute scharf begrenzten Fragen nach der Chronologie, nach der Natur, auch nach Richtung der alpenbauenden Krustenbewegungen der Erde waren bei Beginn der Aufnahme noch keineswegs — wenigstens nicht in einer vergleichbaren Form — öffentlich gestellt. Re is trat also auch nicht, wie es heute vielfach geschieht, mit fertigen tektonischen Theorien an die Arbeit, sondern er durfte und mußte sich die seinen erst während der Wettersteinaufnahme und an ihr bilden, zugleich konnte er die in anderen Gegenden gewonnenen Theorien während ihrer prüfen. Das war sicherlich in vielen Beziehungen ein Vorzug, der, soviel Unbequemlichkeiten er ihm auch mitbrachte, in der Qualität des Resultats und in der hohen Brauchbarkeit der Arbeit zum Ausdruck kommt.

Leider ist der begleitende Text bisher unvollständig, da nur Teil I(1) erschienen ist; in ihm kündigt Re is an, daß er „eine Zusammenstellung der gesammelten Faunen und eine größere Anzahl der vom Verfasser dieser Begleitworte (d. h. von ihm Verf.) aufgenommenen, für die Schichtfolge innerhalb der Formationen und für die Tektonik wichtigen Profile in einer eigenen Abhandlung als II. Teil der Erläuterungen zur Wettersteinkarte zusammenstellen will“.

Also fehlt uns bis heute noch ein wichtiges Moment zur Erkenntnis des Wettersteingebirgsbaues und der Anschauungen, die Re is über dessen Bau gewonnen hat.

---

Es ist vielleicht mehr wie ein glücklicher Zufall, daß die Landesaufnahme des anderen Ostalpenstaates, die k. k. Geologische Reichsanstalt in Wien, die Untersuchung der dem Wettersteingebirge benachbarten, jenseits der Grenze liegenden Alpentteile gleichzeitig unternahm. Sie betraute mit diesen Arbeiten O. Ampferer, der durch seine kurz vorher mit W. Hammer unternommene Aufnahme des südlichen Teiles des Karwendelgebirges (1898, 3) dazu prädestiniert war.

[Diese schließt mit ihrer gleichfalls im Maßstab 1:50,000 gehaltenen geologischen Karte an die ältere bayrische (Rothpletzsche etc.) unmittelbar nach S an.]

Zunächst untersuchte Ampferer — nunmehr für die Reichsanstalt — das nördliche Karwendelgebirge (4) und dessen östliche Anschlußgebiete von neuem, später das Seefelder- und das Mieminger-Gebiet (5), denen sich in neuerer Zeit die weiter westlich gelegenen Gebiete anschlossen.

Während der Begehung der zwischen dem Mieminger Zuge und der Landesgrenze (Kammhöhe im Südzuge des Wettersteingebirges), gelegenen Gebiete lag ihm die dort schon in der Hauptsache fertiggestellte Reissche Manuskriptkarte vor.

Andererseits haben die südlich des Gaistals und von Scharnitz gelegenen Teile der Reisschen Karte eine auf Ampferers Aufnahmen basierte Darstellung gefunden — ein vorbildliches Zusammenhalten zweier Forscher und zweier Anstalten.

Kürzlich sind als Resultat dieser Aufnahmen drei Kartenblätter von der Reichsanstalt (27 bis 29) herausgegeben worden, die aber nur noch teilweise in dieser Arbeit verwertet werden konnten, da das Manuskript schon fast vollendet war.

Endlich hat Ampferer im Querschnitt (6) nur streifend, in seinen Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges (7) ausführlicher (diesmal in einer Kontroverse mit O. Schlagintweit) seine neueren Anschauungen über den Bau unserer Gebirge niedergelegt.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen der Reisschen Karte und unmittelbar nach dem des Ampfererschen Querschnitts (6) erschien O. Schlagintweits „Die Mieminger - Wetterstein - Überschiebung“ (8, vgl. daselbst pag. 92), auf die er nach Ampferers herber Kritik (in 7) noch eine Entgegnung folgen ließ: Zum Problem des Wettersteingebirges (9).

## B. Die Auffassung von O. Reis.

### 1. Allgemeine Ergebnisse.

Reis äußert keinerlei extreme Anschauungen und ist in seiner Ausdrucksweise sehr vorsichtig, ja gelegentlich so einschränkend, daß es nicht immer gelingt, ohne Gefahr eines Irrtums seine Stellung festzulegen und kurz zusammenzufassen. Es mag sein, daß er manches für den uns versprochenen II. Teil zurückhält.

Im allgemeinen steht er auf dem Boden der Rothpletzschen Anschauungen von 1905 (15). Er sieht in dem von ihm untersuchten Gebiete einen Teil der in ihrer Gesamtheit nach W bewegten

#### Rhätischen Schubmasse.

„Es ist die Rothpletzsche Lehre des Alpenen Ost-Westschubes, welche hier von Reis auf das Wettersteingebirge übertragen wird.“ (Ampferer, 7, pag. 199.) Reis kommt dabei zu folgenden Resultaten:

Es trat eine ältere Faltungsperiode ein, darauf folgte ein Zeitraum starker Längs- und Quererosionen und endlich „eine durch die so vorhandenen vielfältigen Oberflächen-

gestaltungen geleitete und gerichtete Möglichkeit der Abspaltung und Überschiebung.“ (1, pag. 105).

Präalpine Faltungs-, Verwerfungs- und Erosionsstadien also gingen der Schollenabspaltung voraus. Diese Faltungen konnten durch die Schubbewegung gelegentlich noch Verstärkungen erfahren<sup>1)</sup>.

Tangentiale Verkürzung unter großem Druck soll (also vor der Erosionsperiode) zu einer ungestörteren Faltenbildung geführt haben; später dann aber, nachdem die Hangendbelastung geringer wurde, sollen die Überschiebungen eingetreten sein.

Die Gesamtbewegung soll von O nach W stattgefunden haben (in longitudinaler Richtung).

Transversale Schiebungen von S und N dagegen seien „nur notwendige Begleiterscheinungen“.

Als der östliche Druck eintrat — Reis denkt sich diesen als Folge der durch die Südnordfaltung nur einseitig gelösten Entspannung (nach Rothpletz, 15, pag. 234) — und es zu einer flachen Abspaltung und zu Schüben kam, zerriß die abgescsheerte Masse (den Ausdruck Decke gebraucht Reis im allgemeinen nur für die Ostalpine = Rhätische Decke) in

#### Längsschollen.

Ein typisches Beispiel für diese soll die Wettersteinscholle sein, „die sich von O nach W in die Höhe hob und das wohlausgeprägte Bild eines mächtigen Stirnrandes bildet“.

Diese Bewegung der Schollen soll eine doppelte sein. Einmal sollen sie

„als Teilschuppen der rhätischen Überschiebung“

den Weg der ganzen Ostalpinen Decke zurückgelegt haben (als Folgerung aus der Annahme der Ostalpinen Decke, von der Reis darum sich angezogen fühlt, weil sie ihm die alleinige Möglichkeit zu bieten scheint, einheitlich das Bau- und Bewegungsbild der Kalkalpen zu erfassen). Ferner sollen sie noch einen

#### Teilweg für sich

zurückgelegt haben, entweder weil sie rascher vorrückten als die Gesamtheit oder weil die Nachbargebiete zurückblieben. Letzteres ist ihm wahrscheinlicher.

Die Längsschollen, deren Bewegung keineswegs als eine gleichmäßig ostwestliche gedacht ist, haben sich nebeneinander (bisweilen ungleichschnell) an ihren ostwestlich gerichteten Randspalten bewegt (longitudinale Verwerfungen).

Dabei kann es möglich sein, daß am „transversalen Nebeneinander (in nordsüdlicher Richtung, d. Verf.) der Teile (Schollen, d. Verf.) sich wenig“ geändert hat, während beträchtliche Verschiebungen in ostwestlicher Richtung stattfanden.

Dieser Art Bewegungen, meint Reis können daran erkannt werden (ihr Charakteristisches ist), „daß an ihren beiden Seiten

<sup>1)</sup> Nur so kann der Relativsatz am Ende des ersten Abschnittes auf Seite 105 zu verstehen sein.

Überschiebungen (plötzlich, d. Verf.) auftauchen, aber auch scheinbar plötzlich verschwinden.“

Die Sperrung auch der wörtlich zitierten Stellen rührt stets vom Verfasser her, der sich in diesem Abschnitt eng an Kapitel 12 von Reis gehalten, jedoch seine Äußerungen etwas weniger eingeschränkt als der Autor selbst vorgetragen hat.

In einer Zusammenfassung sagt Reis, „das sei als sicher zuzugestehen, daß man mit Hilfe der Rothpletzschens Anschauung in die verwirrende Tektonik ostalpiner Gebiete, zum Beispiel das Wettersteingebirge eine gewisse Klarheit und Einheit der Auffassung bringen kann“, daß man aber aus dem Wettersteingebirge Gegen Gründe nicht ableiten könne.

Er betont, daß zum Beispiel die Wamberger Scholle anders nur durch Annahme einer totalen faziellen Vertretung des Wettersteinkalkes durch die Partnachschichten erklärbar sei. (Vgl. Ampferers diesbezügliche Erklärungsversuche [7]).

Als Beispiel des Überganges einer scheinbaren Nordüberschiebung in eine Westüberschiebung wird auf das Karwendelgebirge und auf die Beziehungen zwischen der Nordgrenze des Zentralalpinen Massivs (Inntal) und der Aufrichtung von Karwendel- und Wettersteingebirge hingewiesen.

## 2. Die Scholleneinteilung durch O. Reis.

Nach Reis teilt sich das Wettersteingebirge in 2 Hauptschollen, in die Sattelscholle von Wamberg (II) mit ihren mehrfachen Teilaufwölbungen im N und in

### I. die Wettersteinscholle

im S, welche die vorige teilweise (tektonisch) einfaßt.

Sie stellt nach Reis ein (enger zusammengehöriges) tektonisches Ganzes dar mit den höchsten Erhebungen und den ältesten Schichten (Muschelkalk und Wettersteinkalk) im S und W. Sie bildet eine große Mulde, die sich nach O (ONO) senkt und in der sich in normalem Verbands gegen O immer jüngere Schichten einstellen.

Während aber nach NW, W und S (an den Muldenrändern aufgebogener) Muschelkalk und Wettersteinkalk die Basis der Schubmasse bilden, wird diese im N von Raibler Schichten gebildet.

Die nördlich der Wamberger Scholle liegenden Raiblerkomplexe hängen nach Reis tektonisch mit der Wettersteinscholle zusammen, sodaß dieser sich folgende (Unter-) Schollen anschließen.

1. Die Risserkopfscholle, nach SW, S und SO gegen die Wamberger Scholle abstoßend (überschiebend), nach den anderen Richtungen heute [durch Erosion] freistehend: in spiegelbildlicher Lagerung zur südlich (jenseits der Wamberger Scholle) gegenüberliegenden Kreuzjochscholle.

2. Die Partenkirchen—Barmseescholle, im Westen noch ausschließlich aus den 3 Gliedern der Raibler Schichten bestehend, die sich mit einer eigenen Sattelung diskordant an die Wamberger Scholle legen.

Grenze nach N gegen den Hauptdolomit und Plattenkalk bis zur Linie Gschwand—Roßhütte tektonisch, von da an nach O legt sich der Hauptdolomit konkordant auf die Raibler Rauhwacken. Ostgrenze etwa das Isartal und dessen südnördliche Verlängerung über Wallgau hinaus; südöstlich zwischen Weigmannsee und Barmsee scheint diese Scholle und die Hohe Kranzbergscholle zusammenzuhängen.

3. Die Hohe Kranzbergscholle und ihre direkte Fortsetzung nach W, die Kreuzjochscholle, sind aus den gleichen Elementen aufgebaut; sie bilden eine Mulde mit Hauptdolomit im S als Kern; noch weiter südlich sollen sich am anderen Muldenflügel darunter normal wieder Raibler, später auch Wettersteinkalk und Muschelkalk einstellen.

Jenseits der Isar setzt die Wettersteinmulde nach O fort; hier stellen sich im S noch ältere Schichten, im Muldenkern noch jüngere, freilich in etwas gestörter Lagerung ein.

Für die

## II. Wamberger Scholle

gebraucht Reis verschiedene Ausdrücke gleichsinnig: Sattelscholle, Wamberg—Partnach—Hammersbacher Scholle, Sattelzug, Waldeck—Wamberger Scholle.

Er teilt sie in den Wamberger Rücken (Wamberger Muschelkalkzug, Muschelkalkzug Drehwiesen, Partnachklamm, Hirzeneck) im O, den Drehwiesen—Waldeckzug (mittlere Muschelkalkscholle oder Muschelkalkkrücken Waldeck—Rimlermoos) in der Mitte und einen westlichen Zug, der 750 m östlich des Eibsees endet.

Er lehnt die Möglichkeit einer völligen faziellen Vertretung des Wettersteinkalkes durch Partnachschieben ab<sup>1)</sup> und hält diesen für erodiert.

Über eine alte Erosionsbasis der Sattelzüge sollen die heute in der Mitte und im O begrenzenden Raibler geschoben sein.

„Hat es nicht den Anschein, als ob eine Decke der höheren Trias sich an diesem Muschelkalksattel geteilt, gegabelt hätte und die Gabelteile sich an ihr entlang auf über 15 km vorgeschoben hätten, so daß ein nach W offenes Fenster oder fensterartiger Schlitz, das gewiß auch zu einem nicht geringen Teil Erosionsfenster sein könnte, entstand?“

Die Karwendelüberschiebung setzt sich nach Reis über das Arnspitzenmassiv (Nordrand = Wildsteigkopfüberschiebung) ins Puitental fort (pag. 92), wo Muschelkalk Neokom überschiebt. „Ihr nördlicher Stirnrand setzt über den Öfelekopf (Nordhang) nach W fort und die Schubfläche scheint steiler geworden, an dem hohen Auftauchen des Muschelkalkes im hinteren Schüssel- und Oberreintalkar schuld zu sein.“

Also rechnet er Arnspitzenmassiv, Ofelekopf, Gehrenspitz, ferner die Gaistalmulde (? und wohl auch das Mieminger Gebirge implicite) zur

## III. Karwendelüberschiebungsmasse.

Die Schichten(Einfallens)umkehr am Westende des Gehrenspitz soll die Folge einer „präalpinen“, starken, vertikalen Senkung an

<sup>1)</sup> Freilich nicht gänzlich. Vgl. pag. 21, letzter Absatz in dieser Arbeit.

einer „Querstörung“ oder aber, was ihm wahrscheinlicher dünkt, „einer einfachen flachen, durch die späteren Prozesse verstärkten Sattelung“ mit nachträglichen Firsteinbrüchen oder Einfaltungen aufzufassen sein, deren Achse mit der späteren Längsrichtung der heutigen Schollenverteilung einen Winkel bildet.

Daß er die Vorbergtrias (ohne die Gehrenspitzen) zur Jura-Trias-Mulde (vgl. unten) rechnet, wird durch folgende Bemerkung, die sich auf das Verhältnis der Jura-Kreideschichten zur südlichen Trias bezieht, erhellt: „Das, was noch in der Leutasch und Puitalpe Überschiebung ist, das ist im Predigtsteinzug einfache Zusammenfaltung . . .“

Wie die Wamberger Scholle im N, so stößt am Südrand des Wettersteingebirges eine enge, steilgestellte, ostwestlich streichende

#### IV. Trias-Jura-Mulde

ab. Im Kern enthält sie noch Kreideschichten, an den (nach S ausstreichen) aufgebogenen Muldenrändern ferner noch Trias (Wettersteinschichten, ja am Vorderlännskopf noch Muschelkalkschichten). Sie reicht von den Issentalköpfn bis zu den Gehrenspitzen, „. . . ein ungeheurer Teil von den tieferen Schichten des Nordflügels fehlt, wobei aber weder am Ostrand noch am Westrand dieser Scholle das Bild einer einfachen linearen Absenkung oder von entsprechenden inneren Ablösungen deutlich ist“.

Zur Erklärung des fehlenden Hauptdolomits werden Flächenabtragungen, Zusammendrückungen und Überschiebungen im Sinne von Ampferers<sup>1)</sup> hier ausklingender Karwendelüberschiebung herangezogen. Die Grenze zwischen den Jura-Kreide-Schichten im N und der triassischen Vorbergzone (Issentalköpfn—Gehrenspitz) wird als eine ältere (präalpine) Störung aufgefaßt.

Als die westliche Fortsetzung dieser Trias-Jura-Mulde, genauer der Jura-Neokom-Mulde vom Hohen Kamm, wird die

#### V. liegende nordsüdlichgestellte Quermulde

von Jura-Neokom-Schichten unter der Wettersteinwestwand aufgefaßt. Sicher sei, daß ihr die Wettersteintrias (hier einen Stirnrand bildend) eine kleine Strecke weit + flach aufgelagert ist. Dies sei eine Folge der schon nördlich vom Gaistal durch Querstellungen bemerkbaren Longitudinal-(O—W)Bewegung, „gleichsam als ob hier die Schubmasse mit steilerer Grenzfläche vorrückend eine letzte Stauung vor dem Stillstand erfahren und die jurassisch-kretazischen Schichten vor sich hergeschoben, gefaltet und nach W umgelegt habe“.

Diese Trias-Jura Mulde steht mit der

#### VI. Großen Hauptdolomit-Jura-Mulde

westlich Ehrwald scheinbar in Verbindung und hängt selbst wieder mit dem westlichen Kramergebiet zusammen. Sie umfaßt das Gebiet

<sup>1)</sup> Ampferer, dem Reis mit diesen Ausführungen folgt, hat diese Auffassung inzwischen aufgegeben. Er zieht jetzt die Nordgrenze der Mieminger Scholle längs dieser Grenze.

um den Eibsee, die Thörlen, das Lermooser Gebiet und zieht nach dem Fernpaß. Ihre Muldenachse soll sich nach O senken.

### C. Die Anschauungen O. Ampferers.

Bei der Verarbeitung, ja schon bei der Besprechung der Ampfererschen Arbeiten begegnet man der eigentümlichen Schwierigkeit, daß er seine Grundanschauungen über den Gebirgsbau erheblich geändert hat.

Eine weitere, nunmehr glücklich behobene war die, daß uns bisher außer seiner Karte des südlichen Teiles des Karwendels keine Kartierungen vorlagen. Die nunmehr erschienenen (27—29) leiden sehr unter dem für diesen verwickelten Gebirgsbau viel zu kleinen Maßstab 1:75.000, der zu Schematisierungen zwang, ferner der allzu breiten Eintragung von Verwerfungen, die das Kartenbild in unerwünschter Weise vergrößern.

Er stand anfänglich auf dem Boden einer rein lokalen Erklärungsweise und sah zum Beispiel, obschon er 1903 die Überschiebungen im Karwendelgebirge als erster erkannt hatte, noch 1905 die jungen Schichten am Südrand des Wettersteingebirges als „eingebrochen“ an.

Erst 1911 mit dem Querschnitt (6) geht er zur Annahme großer Decken über, modifizierte jedoch 1912 seine 1911 vorgetragenen Anschauungen über den Bau von Wetterstein- etc. Gebirge wiederum.

Das ist nicht nur sein gutes Recht und es wäre unbillig, [ohne Beibringung von neuen sachlichen Gründen] zum Beispiel seine früher geäußerten Grundanschauungen nunmehr, nachdem er sie aufgegeben hat, gegen ihn auszuwerten, wenn sie mit den unseren zusammenpassen sollten. Im Gegenteil, es spricht für den hohen Wahrheitssinn Ampferers, daß er unbekümmert um die Folgen das einmal für richtig Erkannte vertritt und Überlebtes fallen läßt.

Bisher hat Ampferer leider noch nicht Gelegenheit gefunden, den Teil seiner früheren Ergebnisse, den er aufrechtzuerhalten gedenkt, genau auszuscheiden und ihn mit seinen neugewonnenen regionalen Hauptanschauungen zu verbinden.

Das ist ja auch gerade bei ihm bis zu einem gewissen Grade weniger dringlich als bei anderen, die sich etwa in der gleichen Lage befänden, da er sich stets bemüht hat, das „Beobachtete“ von dem „Dazugedachten“ zu trennen. (Vgl. 4, pag. 169.)

Bis das nicht geschehen ist, werden wir die Resultate seiner Arbeiten nicht ausschöpfen, nicht voll genießen können. Denn die einschlägigen Abschnitte im Querschnitt und in seinen „Gedanken“ (7) können nicht als eine Auseinandersetzung mit seiner Vergangenheit angesehen werden, da er in dem ersteren nur Theorien aufgibt, ohne auf Einzelheiten einzugehen, letztere aber durchaus den Charakter einer bis zu einem gewissen Grade vergänglichen Streitschrift trägt.

Von einer Besprechung seiner älteren Anschauungen aus der Zeit der lokalen Erklärungen darf um so eher abgesehen werden, als ihrer bei Besprechung der Reisschen<sup>1)</sup> Ausführungen Erwähnung getan ist. (Vgl. pag. 14, 15.)

<sup>1)</sup> Reis sagt in der Vorrede (1, pag. 62), daß sich Ampferers (ältere) Anschauungen und die seinen „sowohl in sachlicher Hinsicht als auch in den, wie ich meine, letzten Endes nicht unvereinbaren tektonischen Anschauungen gegenseitig ergänzen.“



### 1. Im Querschnitt (1911)

äußert sich Ampferer über unsere, von seinem eigentlichen Thema abliegenden Gebiete summarisch.

„Für das Wettersteingebirge“, sagt er in bezug auf die tektonische Skizze (Fig. 24), „wurde von einer völligen Umgrenzung abgesehen, da die Verhältnisse an seinem Nordrand in dieser Hinsicht nicht genügend studiert werden konnten.“

Dagegen faßt er eine

#### Große südliche Scholle

zusammen, welche von einer einheitlichen zusammenhängenden Schubfläche begrenzt, westlich von Innsbruck beginnend, das südliche Karwendelgebirge umfaßt und, am Mieminger Nordrand weiter verlaufend, sich (gradlinig) bis zum Ausgang des Alperschontales erstreckt. Nach S soll sie, von dem äußersten W abgesehen, unter dem kristallinen Gebirge verschwinden. Sie soll (wie er in 7, pag. 204, ausführt, wo eine genaue Beschreibung gegeben wird) bei einer Länge (von O nach W) von 130 km im Durchschnitt 10 km (von S nach N) breit sein.

Ohne diese Scholle direkt hier schon als Decke<sup>1)</sup> zu bezeichnen, nimmt er für sie eine große, einheitliche, basale Bewegungsfläche an, was das gleiche bedeutet, und läßt sie von S<sup>2)</sup> herkommen, da man sie „wegen ihrer weiten Erstreckung nicht gut von O her ableiten könne“.

Hiermit gibt er seine früheren lokal tektonischen Erklärungen auf und meint, „die fast der ganzen Nordfront folgende, so äußerst intensiv verfaltete und verkeilte Zone der jungen Schichten“, für die er früher äußerst komplizierte, heute noch von Reis (vgl. pag. 15) in ähnlicher Form vertretene Erklärungen abgegeben hatte, sei „als Schub- und Schürfzone doch ungleich verständlicher und in ihrer so hoch komplizierten und variablen Architektur viel besser in der Gefolgschaft von großen Horizontalbewegungen erklärbar“.

Freilich sei das Freischwimmen nur für den Westrand beweisbar, für das größere östliche Stück der Scholle ließe sich die Deckennatur nicht direkt beweisen, aber auch nicht direkt widerlegen.

Diese durchaus unmißverständlichen, über fast zwei Druckseiten sich hinziehenden Ausführungen stehen in einem gewissen Gegensatze zu einem an ihren Anfang gestellten Satze, über den hinweggegangen werden könnte, wenn nicht Schlagintweit (in 9) hieran eine Kontroverse geknüpft hätte.

Nachdem gesagt war, daß in der Gegend des Querschnittes keine einheitliche Überdeckung, sondern eine Zerfransung in Schollen vorhanden sei, fährt Ampferer fort, daß weiter gegen O eine gewaltige geschlossene, bis in die Gegend von Schwaz verfolgbare

<sup>1)</sup> . . . , für welche die Auffassung als frei schwimmende Decke wahrscheinlich ist (6, pag. 681).

<sup>2)</sup> In seiner jüngsten Veröffentlichung, erst am 16. November 1913 mir zugekommenen Publikation, nimmt er Ostschub für diese Scholle und damit auch für die Inntaldecke an (siehe 30, pag. 12 ff. Vgl. pag. 84, Anm. 1 in dieser Arbeit).

Decke auftrete, die unter anderem das Mieminger-, Wetterstein- und Karwendelgebirge umfasse.

Damit stellt Ampferer, freilich nur programmatisch, eine große Decke auf, die das Wettersteingebirge mitumfaßt, trennt es dann aber auch auf dem Kärtchen (pag. 668, Fig. 24) wieder ab und setzt es zur „südlichen Scholle“ in betonten Gegensatz.

So hat er als erster den Deckenbau in diese Teile der Kalkalpen getragen (wenn man von Rothpletz' Rhätischer Decke und mehr theoretischen Erwägungen von nappistischer Seite absieht) und für die südliche Scholle Südschub, freilich nur per exclusionem angenommen.

## 2. „Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges“ (1912).

Inzwischen war die Arbeit von O. Reis und die erste Schlagintweits erschienen, in der letzterer unabhängig von Ampferer<sup>1)</sup> und aus anderen Gründen gleichfalls zur Annahme eines Südschubes gekommen war und die Einheit von Wetterstein und Miemingern in einer Decke behauptete. Gegen diese Arbeit wendet sich Ampferer mit schroffster Kritik.

Auf Grund der Reisschen Arbeit spezialisiert Ampferer nunmehr seine Einteilung.

Jetzt benennt er die Südecke

### Inntaldecke.

(Da er nichts über ihre Schubrichtung sagt, so hält er wohl noch<sup>2)</sup> an der Südrichtung [siehe oben] fest.) Sie soll nirgendwo mit der Wettersteindecke zusammenhängen. Ihre Nordgrenze zieht er längs der Jurakreidemulde (rechnet also die Vorberge dazu) durch das Puitental, weiterhin durch das untere Tal der Leutascher Ache, läßt sie an der Wildsteigkopfüberschiebung aufsteigen, ins Isartal gegen S zurückspringen und endlich in die Nordgrenze der vorderen Karwendelüberschiebung fortsetzen.

Die Inntaldecke soll nur Triasschichten von Buntsandstein bis zum Hauptdolomit enthalten.

Die Scholle älterer Trias zwischen Eng- und Unterinntal (im östlichen Karwendelgebirge) wird als ein Teil der Inntaldecke, als ein „ganz abgetrennter, mächtiger Deckenzeuge“, der nach N vorgeschoben ist, angesprochen (pag. 207).

Die Inntaldecke liegt entweder auf der Wettersteindecke oder neben ihr, durch jüngere Schichten getrennt. „Wo ihre Grenze mehr gradlinig verläuft, haben wir steile Stellung, sonst flach ausgreifende Überschiebung.“ „Diese ganze, von einer zusammenhängenden Bewegungsfläche unterfahrene Gebirgswelt“ sei sehr wahrscheinlich „als eine tektonische Einheit, als eine Schubdecke aufzufassen.“

<sup>1)</sup> 8, letzte Seite, letzter Absatz.

<sup>2)</sup> Anmerkung während der Korrektur. Neuerdings nimmt Ampferer Ostschub an. Vgl. pag. 84, Anm. 1.

- Ihr lagere nach N

### die Lechtaldecke

vor, die große Teile der Allgäuer und Lechtaler Alpen und in unserem Gebiete das ganze Hauptdolomit — bis Kreidevorland umfaßt, ferner die Teildecke des Wettersteingebirges und den Zug von Jura-Kössener Schichten, der sich innerhalb des Karwendelgebirges vom inneren Johannistal bis Schwaz erstreckt (vgl. 7, Fig. 1, pag. 203). Also besteht ein ungewöhnlicher Schichtreichtum von den Reichenhaller Schichten bis zum Neokom. (Von den transgredierenden jüngeren Schichten ist hier stets abgesehen.)

Innerhalb der Lechtaldecke soll der „Untergrund“ in den Fenstern von Hinterhornbach, Nüsselwängle-Reutte und von Wamberg<sup>1)</sup> aufgeschlossen sein.

### Die Wettersteindecke

wird als eine unselbständige Teildecke der Lechtaldecke aufgefaßt, weil sie einerseits nirgends mit der Inntaldecke zusammenhängt, sondern sogar auf weite Strecken von dieser überschoben wird, „anderseits das Wettersteingebirge und dessen östliche Fortsetzung im Karwendelgebirge gegen N zu größtenteils normale Schichtverbindungen zeigt.“

Die Südgrenze schildert er dann als tektonisch scharf begrenzt, die mit Ausnahme des östlichen Abschnittes von einer steilgestellten Bewegungsfläche (Randspalte) gebildet wäre. Die Westgrenze wird als unzweifelhafter Überschiebungsrand aufgefaßt (einer der wenigen Punkte, über den allseitige Übereinstimmung zu konstatieren ist). Im N jedoch, von der Zuggasse bis zum Engtal im Karwendel, soll eine regelmäßige Verbindung mit den tieferen nördlichen Schichten der Lechtaldecke i. e. S. bestehen.

Für diese unselbständige Wettersteindecke wird ein Schub von O angenommen, der dies höher gelegene Stück der Lechtaldecke eine Strecke weit über die tieferliegende Nachbarschaft derselben Decke schob, ohne daß sie im allgemeinen aus ihrer Nachbarschaft losgerissen wurde (pag. 207).

Die Möglichkeiten, daß der Nordrand maskiert ist und daß die Decke nach N zu tiefer taucht und jüngere Schichten aufnimmt, wird erwogen und abgelehnt. Wie lang die Strecke des Wettersteinstschubes ist und wie sich das Fehlen der jüngeren Trias am Südabbruch des Wettersteingebirges [wo Wettersteingebirge und die junge Mulde zu Lechtaldecke gerechnet werden] erklärt, wird nicht ausgeführt.

<sup>1)</sup> Vergl. 7, Fig. 1 und pag. 212. Ampferer hält außer dieser Annahme, die ihm die „gehaltvollere“ zu sein scheint, noch eine Erklärung der Wamberger Scholle durch Fazieswechsel für möglich.

### D. Schlagintweits einheitliche Wetterstein-Miemingerdecke.

Als Ampferers Querschnitt erschien, war diese Arbeit (8), wie schon erwähnt, bereits gesetzt.

Diese Decke (im nappistischen Sinne) soll von S gekommen sein. Die Jurakreidemulde vom Leutaschtale bis Ehrwald wird als ein „Fenster“ aufgefaßt, in dem das basale Gebirge herauslugt.

In seiner neuesten Veröffentlichung<sup>1)</sup> rechnet er sie zu Ampferers „Lechtaldecke“ und nennt die hangende Triasdecke Inntaldecke, indem er — durch Einbeziehung des Wettersteingebirges in diese — einer Bezeichnung Ampferers einen neuen Sinn unterlegt<sup>2)</sup>.

Erstere soll wie die Mieminger-Wettersteindecke ein Teil der ostalpinen Decke sein und mit dem „Fenster“ der Jurakreide-Mulden von der Ehrwalderalm bis zum Puitental in die letztere hereinreichen. Dieses Fenster soll teils tektonischer Entstehung sein auf Grund einer Emporwölbung des Untergrundes während oder kurz nach dem Süd-schub, im Puitental dagegen erosiv.

Die Bichelbachermulde Ampferers und der Zug junger Schichten am Westrand vom Mieminger- und Karwendelgebirge sollen zum basalen Gebirge, dagegen die älteren Triasschichten bis zum Hauptdolomit inklusive (der Seefelder Berge und des Wettersteinvorlandes) der Mieminger-Wettersteindecke angehören, welche im O des Puitentales im Arnspitzenmassiv zusammenhängen soll.

Die Überschiebungen am Westrand der Wetterstein- und Miemingergebirge sollen keine Stirnränder sein, da der Schub von S angenommen wird; sondern es wird die inzwischen durch Ampferers Arbeiten als irrig erwiesene Möglichkeit erwogen, daß die Decke nördlich der Heiterwandlinie und westlich des Wettersteinabbruches sich fortgesetzt habe und dort vielleicht noch in später auffindbaren Schollen (Inseln) vorhanden sei.

Vorläufig wird für diese Decke eine Schichtverarmung (Trias bis Hauptdolomit) in der näheren und weiteren Umgebung Ehrwalds und im Karwendelgebirge festgestellt: „Es wird sich noch zeigen müssen, ob dieses Gesetz für die ganze Erstreckung der Wettersteindecke gilt oder ob in anderen Gegenden nicht doch noch jüngere Schichten über dem Hauptdolomit liegen.“

Wo der Nordrand der Decke liege, sei noch nicht abzusehen (pag. 87).

<sup>1)</sup> Diese ist hier mitbesprochen, da sie in der Hauptsache nur eine Polemik gegen Ampferer enthält.

<sup>2)</sup> Die Folge ist natürlich eine Verwirrung, da unter Ampferers und Schlagintweits Inntaldecken etwas grundsätzlich Verschiedenes zu verstehen ist.

Man hat zu unterscheiden:

1. Ampferers Inntaldecke;
2. Ampferers Wettersteindecke;
3. Ampferers Lechtaldecke;
4. Schlagintweits frühere Wetterstein-Mieminger-, jetzt Inntaldecke.
5. Schlagintweits frühere ostalpine, basale, jetzt Lechtaldecke.

Möglich sei, daß auf große Strecken hin gleichalterige Glieder (z. B. Hauptdolomit) als Überschobenes und Übergeschobenes aneinander stießen, möglich, daß der Nordrand in der Nordgrenze der Wamberger Scholle gegen die Raibler zu sehen sei.

Doch zur Diskussion dieser Fragen bedürfe es noch weiterer geologischer Aufnahmen. „Wie jedoch immer die Verhältnisse im NO liegen mögen, es genügt vollauf, daß sich die Wettersteinüberschiebung bis zum Zugmösel verfolgen läßt, um ihre Natur als Deckenüberschiebung erkennen zu können!“ (pag. 88). (Das Ausrufungszeichen ist von Schlagintweit.)

Den Schwierigkeiten, die der höchst ungleichmäßige Bau der Triasdecke gegen diese Auffassung biete, begegnet Schlagintweit, der sich ihrer bewußt ist (pag. 85), durch die Annahme von östlich und westlich auskeilenden Schuppen innerhalb derselben.

In 9 wird das eigentliche Wettersteingebirge und dessen östliche Fortsetzung als eine untere Schuppe, die tiefer als Ampferers Inntaldecke liegt, aufgefaßt, an der höheren Einheit beider aber festgehalten.

Nur für die Wamberger Scholle werden weitere Erklärungsversuche gegeben.

1. Entweder soll sie als eine Anschoppung weicherer Gesteinsmassen (Anhäufung der Partnachsichten) beim Überschiebungsvorgang verstanden werden oder

2. es ist an die totale fazielle Vertretung des Wettersteinkalks zu denken oder

3. die Wamberger Scholle soll als ein Teil der Lechtaldecke aufgefaßt werden [während, im Gegensatz zum Ampfererschen Profil in 7, Fig. 4 II, das Wettersteingebirge zur Wetterstein-Miemingerdecke zu rechnen wäre].

### E. Zusammenfassung.

Die in den vorigen Kapiteln kurz charakterisierten Anschauungen von Reis, Ampferer und Schlagintweit [sowie die des Verfassers] weisen, trotzdem sie heute noch in vielem weit auseinandergehen, manche Übereinstimmungen auf. So scheint eine <sup>1)</sup> frühe Faltungsphase und eine darauffolgende Überschiebungsphase allgemein angenommen zu werden, ferner auch flache Abspaltungen und horizontale Schübe, wenn auch im Einzelnen in recht verschiedener Auffassung.

Im Speziellen weist niemand den Gedanken an eine totale fazielle Vertretung des Wettersteinkalkes in der Wamberger Scholle gänzlich von der Hand, wenn Reis ihn auch für unwahrscheinlich hält. Dieses Problem kompliziert bedauerlicherweise die anderen großen Wettersteinfragen übermäßig und allem Anschein nach ist wenig Aussicht vorhanden, daß es je mit absoluter Gewißheit gelöst werden könnte.

Leider kann es nicht von der Diskussion der tektonischen Fragen abgelöst (ausgeschaltet) werden, (was um so wünschenswerter

<sup>1)</sup> Mindestens.

wäre, als es scheinbar die Aufstellung phantastischer Theorien herausfordert).

Die jungen Schichten am Südrand des Wettersteingebirges werden heute nur noch von Reis als „ingesunkene“ Teile der an sie grenzenden Vorbergscholle aufgefaßt. Ampferer, der als erster dieser Auffassung Raum gab, hat sie inzwischen aufgegeben und nimmt mit Schlagintweit [und dem Verfasser] an, daß die Vorbergzone und die Wettersteinscholle nur durch tektonische Vorgänge in die [heute] unmittelbare Nähe dieser fremden, zum westlichen Vorland gerechneten Zone junger Schichten gebracht worden sind. Die drei letztgenannten sind indessen über die Natur und die Richtung<sup>1)</sup> der Schübe, ferner über die Wertigkeit der Schollen uneins.

## F. Die Hauptmängel der vorstehenden Auffassungen.

Die Auffassung der Jurakreidemulde und der Vorbergscholle als springender Punkt für die Erklärung von Wetterstein- und Miemingergebirge.

### 1. Einwendungen gegen O. Reis.

Reis' Erklärung der Verhältnisse am Wettersteinsüdrand muß ich — als einzigen, freilich hochwichtigen Punkt — (mit Ampferer und Schlagintweit) ablehnen.

Reis faßt die Vorbergscholle, das Gehrenspitzmassiv und die Jurakreidemulde als eine ursprüngliche Einheit auf: das heißt er erklärt lokal und wie man sehen wird auf überkomplizierte Weise.

So faßt er<sup>2)</sup> den Wechsel im Einfallen der Trias der Gehrenspitze (im O) einer- und der Vorbergscholle (im W) andererseits entweder „als Folge einer starken vertikalen, in „präalpinen“ Zeit erfolgten Senkung an älterer Querstörung“

oder „als Folge einer einfachen flachen, durch die späteren Prozesse verstärkten Sattelung, deren Achse mit der späteren Längsrichtung der heutigen Schollenzerteilung einen Winkel bildet“ mit schmalen Einbrüchen im First (Feldabhang) auf.

Für die westlichen Gebiete muß er sich zu einer noch umständlicheren Hypothese entschließen, da hier außerdem noch das Fehlen des Hauptdolomits und das oft abweichende Verhalten der jungen Schichten (verschiedene Intensität ihrer Faltung) zu erklären sind: im Puitental waren sie, was Reis betont, noch überschoben. Er hält die Gehrenspitzen für von S überschoben (eine Wiederholung der tektonischen Verhältnisse am westlichen Karwendelgrat, für den er — uns nicht zustimmlich — mit Ampferer eine Überschiebung von S annimmt); das Öfelekopfmassiv soll aber, sagt er, außerdem noch (?) von N überschoben sein.

Da die jungen Schichten nun westlich vom Karlsjoch nicht mehr unter die begleitende Trias einschließen, sie sogar gegen S hin überlagern, folgert er,

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 18, Anm. 2, der vorliegenden Arbeit.

<sup>2)</sup> 1, pag. 93.

- daß hier nur eine einfache Zusammenfaltung vorläge.

Das dem widersprechende Fehlen des Hauptdolomits will er durch Annahme

„bedeutender Flächenabtragungen von der Zusammendrückung“ erklären; die jungen Schichten sollen hier später von N her auf die Abrasionsfläche der Trias geschoben sein.

Der Bewegung von N soll dann rasch eine von O gefolgt sein, die die Vorberge zerlegte und die bekannte Verschiebung der Bruchstücke bewirkte.

Die schwindende Karwendelüberschiebung soll in der nordsüdlichen Überschiebung zum letzten Ausdruck gelangen (?).

Wenn man sich überhaupt zur Annahme größerer Horizontal-schübe entschlossen hat, wird man diesen Erklärungen kaum mehr zustimmen können.

Dem Verfasser scheinen sie [in Voraussetzung, daß er Re is nicht mißverstanden hat], bisweilen einander zu widersprechen; zudem setzen sie höchst merkwürdige Vorgänge voraus, wie die Teilerosion des Hauptdolomits in einer Mulde, in der noch sehr junge Schichten [wie das Neokom] in großem Areale erhalten sind. Für diese ältere Abrasionsfläche innerhalb der einheitlichen Mulde findet man im Felde keinerlei Anhaltspunkte.

Die Natur der OW- und der NS-Bewegungen bleibt im Dunkeln: der Zusammenhang mit den Bewegungsbildern der anderen Gebirgs-teile fehlt fast völlig.

M. E. muß mit den Folgen eines vielgestaltigen Schubes gerechnet werden, der die Triasschubmasse in die unmittelbare Nachbarschaft der jungen Schichten brachte (Regionale Erklärung). Der Schub hatte Lokalstörungen zur Folge, die die Einzelercheinungen (Überlagerung der jungen Schichten auf die Vorbergstrias usw.) verursachten (Lokale Erklärung).

Hierbei mache ich die Trennung von Triasschubmassen und jungen Schichten (nach Ampferer und Schlagintweit) zur Voraussetzung.

Die übrigen Unterschiede in der Auffassung sind gegen diesen gering und größtenteils Folgen des Ausbaues der Auffassung dieser Gegenden.

## 2. Einwendungen gegen O. Ampferer.

Während m. E. Wetterstein-, Mieminger- und Vorbergscholle [hier wenigstens] als gleichwertige Einheiten anzusehen sind, die einander gegenüberstehen, rechnet Ampferer

die Vorbergscholle zur Mieminger Scholle („Inntaldecke“): lokal ist das zu weitgehend, da die Trennung sehr scharf ist, im höheren Sinne (historisch aufgefaßt) jedoch vertretbar. Unbedingt irrtümlich ist seine Trennung von Gehrenspitz- und Öfele kopfmassiv. Sie widerspricht dem Augenschein im Felde, der nicht nur eine Einheit beider mit flachen Schubflächen versehenen Massive, die nur durch ein „Fenster“ nachträglich gespalten sind, ergibt, sondern auch den Gegensatz im Einfallen der Trias zwischen Vorbergscholle und Gehrenspitzen.

Die Wettersteinscholle rechnet er zur Lechtaldecke, wogegen schon Schlagintweit (9) sich gewendet hat. Das Unzutreffende

liegt einmal an der Schiefheit des hier wenig passenden Begriffs „Decke“ im allgemeinen, zudem in der übermäßigen Ausdehnung der „Lechtaldecke“<sup>1)</sup>.

### 3. Einwendungen gegen O. Schlagintweit.

Beizustimmen ist Schlagintweit in der Teilung in zwei Ober-einheiten, von denen die Jurakreidemulde die eine, die Triassschubmassen eine weitere darstellen.

Diese Einheit der Triassschubmassen ist aber meiner Ansicht nach in allererster Linie durch den Schub geschaffen, der die andere zur basalen macht.

Was die Herkunft, den ursprünglichen Zusammenhang der Schollen vor der Schubphase angeht, so kann sehr wohl die Wettersteinscholle die Jurakreidemulde ursprünglich einfach gegen O fortgesetzt haben, was Ampferer wohl durch die Zurechnung der Wettersteinscholle zur „Lechtaldecke“ zum Ausdruck<sup>2)</sup> bringen wollte.

Die von Schlagintweit behauptete deckenförmige Überlagerung ist nicht allgemein nachweislich; sie besteht an den ausgehenden Westenden der Einzelschollen: sonst ist sie nirgends aufgeschlossen und es fragt sich, wie die Sohlen der Schubmassen gestaltet sein können<sup>3)</sup>. Die zahlreichen Ostweststreichenden steilen Randspalten widersprechen jedenfalls seiner Auffassung vom

#### Südschub

Es fehlt ein Stirnrand im N, statt dessen sind nur westliche Stirnränder bekannt geworden.

Die Parallellagerungen von drei Nordgewölbeschenkeln längs der Jurakreidemulde<sup>4)</sup> verweisen seine Auffassung ins Reich der Unmöglichkeit: die ostweststreichenden Schubstreifen<sup>5)</sup> an der Basis der Schubmasse beweisen im Gegenteil direkt Ostwestbewegungen.

## IV. Eine neue Scholleneinteilung.

Diese Einteilung ist zur Erleichterung der Übersicht ohne Begründung vorausgestellt. Die Grenzen selbst sind in das Übersichtskärtchen eingetragen, vgl. die Bemerkung zu demselben pag. 27.

### A. Westliche Urscholle.

In unserem Gebiete sind zwei fast stets mit Leichtigkeit gegen einander abgrenzbare Komplexe zu scheiden: ein ursprünglich östlicher

<sup>1)</sup> Vgl. Anm. 2, ferner pag. 19 und 91.

<sup>2)</sup> Es ist unbedingt erforderlich, wenn man irgendeine Einheit aufstellt, anzugeben, worin diese besteht.

<sup>3)</sup> Es steht nicht fest, daß die Jurakreidemulde unter die Wetterstein- und die Miemingerscholle über beträchtliche Strecken fortsetzt.

<sup>4)</sup> Vgl. pag. 66 und 67, Anm. 1.

<sup>5)</sup> Vgl. pag. 39 und 55.



ausschließlich aus Trias mit aktiver tektonischer Bewegung ( $B =$  östliche Urscholle) und ein ursprünglich westlicher aus Kreide bis junger Trias, der hier stets leidend ist ( $A =$  westliche Urscholle).

[Schlagintweit verbindet letztere mit dem nördlichen Vorland in Umdeutung von Ampferers Lechtaldecke, eine Frage, auf deren Beantwortung mangels hinreichender Durchforschung der Grenzgebiete vorerst verzichtet wird].

Hier sind die Gebiete der Thörln, die unter dem Wettersteinwestabbruch und die Bichelbacher Mulde zu  $A$ . gestellt, im Einzelnen jedoch nicht gegliedert. Nur die heute rings von Triasmassen eingeschlossenen Gebiete zwischen Ehrwald und dem unteren Leutaschtal wurden als — die östlichste Scholle junger Schichten [als Jurakreidemulde =  $A_1$ ] abgetrennt. Ihr Schichtreichtum besteht in Rhät (Hauptdolomit?) bis Neokom.

[Die Frage, ob die Jurakreidemulde eine zurückgebliebene Scholle sei, deren ursprünglich transversal nebengelagerte Schollen nach W weggeschoben sind, kann erst nach Vollendung der Detailaufnahmen untersucht werden].

## B. Östliche Urscholle.

Die Triasschubmassen können nach verschiedenen Gesichtspunkten <sup>1)</sup>, [wie es zum Beispiel auf dem Übersichtskärtchen nach der Breitenerstreckung von N nach S geschehen ist], eingeteilt werden.

Die hier vorgenommene Einteilung trägt dem jeweils verschiedenzeitig eintretenden Verluste der Eigenbewegung Rechnung, der zu einer passiven Beanspruchung der abgelösten Schollen führte.

In frühen Schubphasen von den nachdrängenden Triasmassen abgetrennte und zum Teil überschobene, zum Teil anderweitig gestörte Schollen sind  $B$  1—3.

### $B_I$ .

1. Die Wamberger Scholle vom Weigmannsee bis etwa 750  $m$  östlich des Eibsees; Muschelkalk-Partnachsichten;

1  $a$ . westliches Viertel, gegen S von der Vorschuppe begrenzt;

1  $b$ . östliche drei Viertel, von den Raiblerschichten der östlichen Hauptwettersteinscholle umgeben.

$\alpha$ ) Waldeckscholle (Reis) in einfacher Lagerung.

$\beta$ ) Wamberger Sattelscholle im engeren Sinne mit Sattelmehrung vom Rimlermoos gegen O.

2. Die Vorschuppe(n) der Hauptwettersteinscholle = Muschelkalkscholle des Ehrwalder Köpfls (mit  $B_I$  zusammen besprochen). Muschelkalk-Partnachsichten, stets von der westlichen Hauptwettersteinscholle überlagert.

3. Die Vorbergscholle zwischen Feldernalm und Gehrenspitzmassiv (beide ausschließlich);

<sup>1)</sup> Eine Einteilung nach der ursprünglichen Ostwestlage der Massen vor der Schubphase ist heute noch nicht durchführbar.

Muschelkalk bis Hauptdolomit. Gegen N von der Jurakreidescholle  $A_1$ , gegen S von der Mieminger Scholle  $B_{II}$  6, gegen O von der Leutaschscholle  $B_{II}$  5, begrenzt.

### $B_{II}$ .

Ursprünglich weiter östlich als die ihnen entsprechenden Schollen von  $B_I$  gelagerte, diese überfahrende oder pressende Schollen.

4. Die Wettersteinscholle. Muschelkalk bis Hauptdolomit. (Von der gleichnamigen Reisschen Scholle ist das zwischen Wettersteinwandzug, Dreitorspitzenzug und Öfelekopf liegende Massiv abgetrennt und zur Leutaschscholle  $B_{II}$  5 gestellt.) Die Vorschuppe gehört [nach anderer Einteilung] eng zu dieser Scholle.

4a. Westliche Hauptwettersteinscholle. Muschelkalk und Wettersteinkalk. Waxensteinzug, Plattsüdbegrenzung bis zum Gatterl.

#### 4b. Östliche Hauptwettersteinscholle

im N Raibler Schichten und (?) Hauptdolomit,  
im Kern Raibler Schichten und Hauptdolomit,  
im O Raibler Schichten und Wettersteinkalk,  
im S Raibler Schichten, Wettersteinkalk und etwas Muschelkalk.

α) nördliche Umrahmung der Wamberger Scholle bis zum Risserkopf.

α<sub>A</sub>. Risserkopfscholle mit Loisachrauhwacken.

α<sub>B</sub>. Partenkirchen—Barmseescholle.

β) Kreuzjoch—Bodenlähnscholle westlich der Partnach.

γ) Hohe Kranzbergsscholle östlich der Partnach.

γ<sub>A</sub>. Das Schollendreieck des Schachen.

δ) Karwendelvorgebirge<sup>1)</sup> östlich der Isar.]

4c. Die Zwischenscholle. Muschelkalk-Raiblerschichten; an der südlichen Talwand des Partnachoberlaufes, vom Gatterl bis zur Schüsselkar Spitze; zum Teil auch aus fremden Elementen zusammengesetzt und von der Wettersteinscholle durch 5 abgerissen und an ihren heutigen Platz geschoben.

5. Leutaschscholle. Muschel- und Wettersteinkalk. Arnspitzenmassiv, Gehrenspitzen und die sub 4 (in der Klammer) erwähnten Massen. Die Leutaschscholle ist die westliche Fortsetzung der vorderen Karwendelschubmasse.

6. Mieminger Scholle. Keine jüngeren Schichten als Hauptdolomit mit Ausnahme der Muttekopfgosau.

[a) Das westliche Gebiet in den Lechtaler Alpen außerhalb des Rahmens unserer Arbeit.]

b) Der isolierte Südgewölbeschenkel westlich des Mariabergjochs. Muschelkalk-Hauptdolomit in der südlichen anschließenden Mulde.

c) Der eigentliche Mieminger Sattel mit nördlichem und südlichem Gewölbeschenkel und südlich anschließender Mulde. Muschelkalk bis Hauptdolomit.

<sup>1)</sup> Mit größerem Schichtenreichtum nach oben und unten hin.

- d) Die nördlichen Randzonen. Wettersteinkalk-Hauptdolomit. (Im Schachtkopf Partnachschichten angefahren.)

e) Seefelder Hochfläche. Hauptdolomit.

f) Seefelder Hochgebirge. Hauptdolomit und älteren Schichten (im S und N Raibler, Wettersteinkalk).

[Westliche Fortsetzung in den südlichen Ketten des Karwendelgebirges.]

$B_3$  ist ein — in früher Schubphase — abgelöster Bestandteil dieser Scholle.

### C. Bemerkungen zu dem Übersichtskärtchen.

Die Umriss der Schollen mußten schematisiert werden, weil über die Zurechnung im einzelnen nicht immer entschieden werden konnte, ferner damit die Grenzlinien nicht durch zu großen Detailreichtum [wie durch Eintragung aller jüngeren oft bedeutungslosen Störungen] unklar würden. Näheres vgl. die Besprechung der einzelnen Schollen. Hier nur soviel, daß

im Gebiete der Raibler Schichten des Schachen,  
in der Abgrenzung der Zwischenscholle gegen N,  
in der Abgrenzung der westlichen und östlichen Hauptwettersteinscholle und  
im bunten Wechsel von Muschelkalk und Partnachschichten westlich des Hammersbaches

die Grenzeintragungen provisorisch sind.

[Von einer Scholleneinteilung des westlichen und nördlichen Vorlandes (= Schlagintweits Auslegung von Ampferers Lechtaldecke) wurde mangels gründlicher Durchforschung abgesehen.

Die durch Signaturen angedeutete Verteilung von älteren und jüngeren Schichten ist nach Erscheinen der Karte Ampferers<sup>1)</sup> größtenteils bedeutungslos geworden.

Sie sollte einen schwachen Begriff wenigstens von den dortigen Verhältnissen geben.]

Die unweit Garmisch im Loisachtale eingetragene Rauhwaacke ist tektonisch wichtig.

Einmal kann sie zur Partenkirchen—Barmseescholle und zur Risserkopfscholle gestellt werden, von denen sie durch Erosion und nachträgliche Verwerfungen getrennt sein könnte.

Reis hat (1, pag. 101) schon darauf hingewiesen, daß sie in der Fallrichtung der Katzensteinrauhwaacke (Risserkopfscholle) liegt; es ist noch hinzuzufügen, daß sie ferner das Streichen der Raibler Rauhwaacken von der Faulenschlucht bei Partenkirchen nach W fortgesetzt.

Die andere Möglichkeit besteht darin, in ihr das wahre Liegende des Kramerhauptdolomits aufgeschlossen zu sehen.

Letzterer zeigt an der Nordseite zweifaches Einfallen: in den oberen Lagen im O söhliche Lagerung (diese stellt Heimbach auf

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 16.

dem Hauptprofil und dem Profil auf pag. 22 dar), die nach W hin in ein schwaches westliches Fallen übergeht.

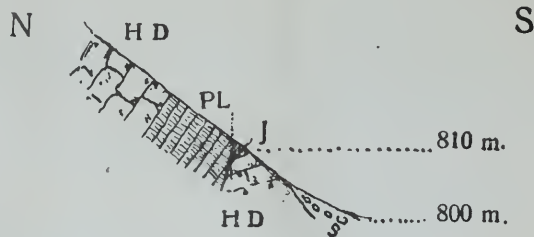
Ferner in den tieferen ein ziemlich steiles S-Fallen, das bei Reis durch Fallzeichen schon vermerkt ist.

Diesem S fallenden Hauptdolomit ist die Rauhwanke der Loisach örtlich benachbart, der Kontakt jedoch allseitig verdeckt.

Daher wird wohl nie Gewißheit über die Zusammenhänge erbracht werden können. Um nicht eine überkippte Lagerung anzunehmen, habe ich der vorgenannten Deutung den Vorzug gegeben und die Loisachrauhwanke zur Risserkopfscholle gestellt. [Reis läßt es offen, welcher Auffassung er zuneigt.]

Dazu kommt, daß nördlich der Loisach die (bisweilen gedoppelte) durch den Schubfetzen [Aptychenkalk<sup>1)</sup>] der Ochsenhütten deutlich offenbarte, große tektonische Linie von O nach W verläuft gegen den Plansee hin.

Textabbildung 1.



Aufschluß von Aptychenkalken zwischen Hauptdolomit und Plattenkalk im Brandgraben bei den Ochsenhütten.

*J* = Aptychenschichten. — *Pl* = Plattenkalk. — *HD* = Hauptdolomit.

Der Talboden der Loisach liegt 800 m hoch und wird durch den Schuttkegel des Brandgrabens erhöht.

Diese wenig mächtigen, höchst gequälten bunten Kalke können als analoge Erscheinungen zu jenen Schubfetzen des ehemaligen Scharnitzer Bleibergwerks (pag. 39), der Sulzleklamm (pag. 34), des Brunnensteinecks (pag. 38) und des Hochjochs aufgefaßt werden. Sie sind geradezu ein Charakteristikum der großen longitudinalen Bewegungen.

Die Vorschuppe(n)<sup>2)</sup> ist der Übersichtlichkeit wegen durchgezogen worden. Möglicherweise besteht sie aus 2, ja vielleicht mehr Schuppen.

<sup>1)</sup> Reis verzeichnet in seiner Karte Neokom, das Herr O. Wolf und ich nicht auffinden konnten. Dagegen steht etwa 2–300 westlich der Reisschen Eintragung im Bachriß des Brandgrabens, dessen Schuttdelta in unmittelbarer Nähe der Ochsenhütten aufgebaut ist, ein kleiner Fetzen von Aptychenkalken an, dessen Lagerung aus dem Profil hervorgeht.

<sup>2)</sup> Vgl. pag. 89.

-Der Issentalköpfkomplex ist als ein Unterteil der Mieminger Scholle, als ein Teil der Randzonen des nördlichen Gewölbeschenkels bezeichnet. Von der nächstsüdlicheren Zone hebt er sich deutlich ab, so daß es keine Schwierigkeiten macht, wenn man ihn zur Vorbergscholle rechnen will<sup>1)</sup>.

#### D. Bemerkungen zur Profiltafel.

Nach Skizzen des Verfassers von Herrn A. Birkmaier in München ausgeführt. Bei einer Änderung der ursprünglichen Anordnung der Zeichen wurde dauerlicherweise die chronologische Folge nicht innegehalten.

Anfänglich nicht zur Veröffentlichung bestimmt, soll die Profiltafel lediglich zur besseren Übersicht und zur Veranschaulichung hier vorgetragener Ideen dienen.

Keineswegs lag es in der Absicht des Verfassers, durch sie einen Ersatz für die [schon angekündigten] schmerzlich entbehrten Profile von O. Reis zu geben, was aus der Wahl eines sehr kleinen Maßstabes (1:135.000), der nur eine stark schematisierende Darstellung zuläßt, und der systematischen Verteilung der Profile hervorgeht.

Außer der freilich guten Reisschen Karte waren fast keine brauchbaren Vorarbeiten (Profile) vorhanden oder solche, deren Mängel (Heimbach) schon die ersten Begehungen ergeben. Eine Ausnahme bildet der Südrand des Wettersteingebirges und die Mieminger Kette, für die prächtige Profile aus Ampferers Hand vorliegen.

Für das übrige Gebiet lagen nur die wenigen Profile des Rothpletzschens Querschnitts und die veralteten Gumbels und noch früherer Autoren vor.

So war die Aufgabe des Verfassers, der das Gebiet ja nicht kartiert, sondern nur auf Exkursionen von schließlich doch beschränkter Dauer untersucht hat, schwierig. Dementsprechend möge man bei Benützung der Profiltafel vor etwaigen Fehlern auf der Hut sein.

Alle Profile verlaufen von N nach S und sind, soweit es anging, in regelmäßigen Abständen voneinander gelegt worden. Darüber kann man sich auf der Übersichtskarte, in die ihr Verlauf eingetragen ist, am schnellsten orientieren.

Wenn ich mich entschlossen habe, die Heimbachschen Profile — mit den allernötigsten Verbesserungen — wiederzugeben, so geschah es nicht zum geringsten Teile, weil diese [nur als Dissertation gedruckte] Arbeit heute schon recht selten geworden ist. Dadurch, daß das Kramergebiet in die Profile einbezogen worden ist, kommt auch erst die Tatsache so recht zur Anschaulichkeit, daß die Wamberger Scholle in einer (alten) Depression liegt.

Erst nachdem die Profiltafel (März 1913) vollendet war, begann Herr O. Wolf seine Neuaufnahme des Kramer etc.-Gebietes. Hätte

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 33, 77 und 81 ff.

ich gewußt, daß eine solche in so kurzer Zeit bevorstände, würde ich das dargestellte Gebiet beschränkt haben.

Was die einzelnen Profile anlangt, so bin ich in der Hauptsache den Anschauungen, denen Reis mit seiner Karte Ausdruck gegeben hat, gefolgt und nur dort abgewichen, wo neue oder abweichend gedeutete Beobachtungen vorlagen.

Denn es handelt sich für unsere Zwecke in erster Linie um die Darstellung der großen tektonischen Bewegungen, deren Narben als Schollengrenzen in die Übersichtskarte eingetragen wurden. In der Profiltafel kommen sie als die roten Verbindungslinien zum Ausdruck, die von einem Profil zum anderen leiten und jeweils die Schnittpunkte der Schollengrenzen verbinden. Minder wichtige, aber weithin verfolgbare Verwerfungen wurden durch geringer kräftige, punktierte rote Linien verbunden. Da auch punktierte Linien innerhalb der einzelnen Profile unvermeidbar waren (letztere sind schwarz angelegt), so ergab sich eine unerwünschte Häufung und Kreuzung. Man wird am leichtesten durchfinden, wenn man erst die Einzelprofile und später die [roten] Verbindungslinien betrachtet.

---

Die Besprechung der Einzelprofile geht stets von N aus, von links nach rechts.

#### Profil 1.

Die ganze nördliche Hälfte wird durch die östliche Wettersteinscholle eingenommen, deren Störungen, da unwesentlich, fortbleiben konnten.

Das Einfallen der Raibler Schichten nördlich der Leutaschkamm ist wohl nicht hinreichend steil eingetragen. Auf die Darstellung der lokalen Mulden und Sättel im Wettersteinkalke mußte hier wie in den folgenden Profilen verzichtet werden.

Die Wildsteigkopfüberschiebung der Leutaschscholle kommt deutlich zum Ausdruck. Die Störung zwischen dem Muschel- und Wettersteinkalk der letzteren ist schematisiert.

Von grundlegender Bedeutung ist die dritte tektonische Linie, welche, hier noch zwischen zwei Wettersteinkalkmassen durchstreichend, den Südflügel der Triasschubmassen gegen N abgrenzt.

#### Profil 2.

Der nördliche Hauptdolomit scheint hier noch zur östlichen Hauptwettersteinscholle zu rechnen zu sein. Die in Frage kommenden Aufschlüsse habe ich nicht besuchen können.

Die Raibler liegen mit abweichendem Faltenwurf über der Wamberger Scholle, die überschoben zu sein scheint (Erosionsfenster).

Ihre Falten sind hier wie unten schematisch dargestellt, auf die Einzeichnung der meisten Längsstörungen wurde verzichtet.

Die Längsstörungen des Wettersteinkalkes wurden angedeutet.

Die Nordgrenze des Südflügels scheint hier durch zwei Bruchspalten gebildet zu werden, zwischen denen der Hauptdolomit widersinnig südlich fällt. Die Aufschlüsse sind zum Teil mangelhaft.

Die schwarzen Verbindungslinien unter den Profilen sollen nicht etwa den ungefähren Verlauf des Schubmassenfußes darstellen, sondern nur gewisse Einheiten andeuten. Es wäre ein Mißverständnis, nach Profil 3 und 5 etwa schließen zu wollen, daß die Wamberger Scholle und die Jurakreidemulde ein einheitliches Basalgebirge bildeten. Vielmehr sind beide nur Fenster in Teilschollen der Hauptschubmasse, die Wamberger Scholle selbst ein Teil dieser Schubmassen. Es wäre vielleicht besser gewesen, die punktierten Linien auch unter der Wamberger Scholle durchzuführen (Profile 2, 3, 5—7).

#### Profil 3.

Von diesem Profile an tritt das nördliche Vorland in den Bereich der Tafel. Hier erreicht die Leutaschscholle ihre größte Breite. Die Pitalpüberschiebung ist nicht hinreichend flach gezeichnet.

#### Profil 4a

soll die deutliche Diskordanz zwischen dem nördlichem Vorlande und den Raiblern, welche noch eine kleine lokale Sattelvermehrung aufweisen, zeigen.

#### Profil 4.

Die Störungen des Schachengebietes kommen hier zur Darstellung. Ferner ist der eigentümliche Bau der Wettersteinsüdwand angedeutet. Die Vorbergscholle tritt zum erstenmal ins Profilbild; der Unterschied ihres Baues von dem der Mieminger Scholle [und der Gehrenspitze (Leutaschscholle) in Profil 3] ist auffallend.

Die partielle Überlagerung der jungen Schichten über die Vorbergscholle (Profil 5 und 6) wurde fortgelassen, ebenso die Überschiebung des Muschelkalkes der Vorbergscholle über die nördliche Randzone der Mieminger Scholle in Profil 6.

#### Profil 5.

Die im äußersten N des Profiles beobachteten Plattenkalke sind versehentlich fortgeblieben. Für unsere Zwecke sind sie ohne Belang.

Die (von der westlichen nicht abgetrennte) östliche Hauptwettersteinscholle gelangt zum letztenmal zur Darstellung.

Bezüglich der Hauptdolomitmulde und der Hohen Munde vgl. pag. 84 ff.

#### Profil 6.

Bei Heimbach legt sich im Südflügel der Steppbergmulde noch Hauptdolomit unter den Plattenkalk. Ich beobachtete mehrfach im Lahnewiesgraben (vielleicht etwas östlich von unserem Profil), wie die Steppbergmulde mit dem Plattenkalk abschließt, der vom flachliegenden Kramerhauptdolomit wenigstens lokal flach überschoben wird. Diese charakteristischen Verhältnisse habe ich wiedergeben zu sollen geglaubt. [Dabei ist es durchaus möglich, daß das Heimbachsche Profil seine Richtigkeit an anderen Stellen erweist.]

Neuerlich ist es mir fraglich geworden, ob das Einfallen des Hauptdolomits zwischen der Loisach und Ober-Greinau richtig ein-

gezeichnet ist. Das gleiche gilt für seine Fortsetzung im Gschwandwald (Profil 7). Doch kann ich keine diesbezügliche Notiz in meinen Aufzeichnungen finden. Dieser tiefgelegene Hauptdolomitzug ist, weil mit dichtem Walde bedeckt, schlecht aufgeschlossen.

Die Liegendgrenze der [westlichen] Hauptwettersteinscholle am Nordfuß des Waxensteines mag besser zwischen die Partnachsichten und den Muschelkalk zu legen sein.

Hier versagt der Maßstab unserer Profile; denn bei der erforderlichen Vereinfachung können so schwierige Verhältnisse [wie die in und um den Stangenwald] nicht auch nur annähernd wiedergegeben werden.

In den oberen Partien des Wettersteinkalkes ist noch ein Teil der östlichen Wettersteinscholle enthalten, der über die westliche geschoben ist. Der Maßstab ließ leider die Trennung beider nicht zu. Die Überschiebung ist vom Platt aus leicht erkennbar.

Im Hohen Kamme erreicht die Zone junger Schichten ihre größte Höhe. Beachtenswert sind Muschelschichten, die sich im Gaistale nordfallend unter dem Wettersteinkalk der Vorbergscholle einstellen. (Man vergleiche dieses Profil mit Schlagintweits Fig. 1 in 8, pag. 83.)

#### Profil 7.

Zum letztenmal ist die Wamberger Scholle dargestellt. Mit ihrem Verschwinden nimmt [nehmen] die Vorschuppe[n] der westlichen Hauptwettersteinscholle an Mächtigkeit zu! Südlich des Wettersteingebirges geht das Profil gerade durch jenen Abschnitt, in dem Schutt- und Moränenmassen die westliche Fortsetzung der Vorbergscholle (Feldernalm) verdecken. Da hier erhebliche Zweifel über die Gestaltung des Anstehenden vorliegen<sup>1)</sup>, wurde von einer Eintragung abgesehen.

#### Profil 8 und Profil 9.

Weniger weit voneinander entfernt, als die anderen Profile untereinander, geben sie die Verhältnisse am Issentalköpfkomplex wieder.

In beiden ist der Hauptdolomit zur Triasschubmasse und nicht zum basalen Gebirge gestellt worden. Vgl. die eingehenden Besprechungen pag. 77 und pag. 81 ff. Die Schichtenwiederholungen sind hier sehr auffallend; der Maßstab ließ hier eine Eintragung von Verwerfungslinien nicht zu.

Versehentlich blieben hier [wie in Profil 7, 10 und 11] die Verwerfungen im Wettersteinkalke, welche die hintere nördliche Randzone gegen S begrenzen, fort. Die „Terrasse“ tritt ganz schön heraus.

#### Profil 10.

Die jungen Schichten (J) am Südfuß des Raueck sind die eingeklemmten Aptychenschichten vom Brandgraben (vgl. pag. 28).

Die Vorschuppe und die Wettersteinscholle werden unmittelbar hinter dem Stirnrande von Profil 10 geschnitten.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 82 ff.



### Profil 11.

Nur noch der Südflügel reicht bis in unser letztes Profil hinein. Die Störungen des Drachensees deuten schon die anormale Entwicklung im W des Mieminger Gewölbes an.

### Die roten Verbindungslinien.

Um das Bild nicht allzu sehr zu belasten, wurde von einer Abtrennung in eine westliche und eine östliche Hauptwettersteinscholle abgesehen.

Die Absonderung der hinteren nördlichen Randzone in den Profilen 6 bis 11 unterblieb jedoch aus Versehen.

Mit Absicht wurde bei der Abgrenzung der Vorbergsscholle die Version dargestellt, die den Issentalköpfkomplex zur Vorbergsscholle rechnet (vgl. pag. 81 ff.).

Wer die andere, auf dem Übersichtskärtchen dargestellte, bevorzugt, wird die Vorbergsscholle zwischen Profil 6 und 7 ausgehen lassen.

Die Verbindungslinien im nördlichen Vorgebirge westlich der Loisach sind nur approximativ.

## V. Die Begründung der Scholleneinteilung. Besprechung der einzelnen Gebirgstteile.

### A. Karwendelabbruch und Arnspitzenzug.

Während die Gipfel der östlichen Isartalseite von N nach S an Höhe im allgemeinen verlieren<sup>1)</sup> und dieser westliche Karwendelzug<sup>2)</sup> bei Scharnitz das Tal erreicht, bietet die gegenüberliegende westliche Talseite ein gerade entgegengesetztes Bild: im N liegen geringere Höhen<sup>3)</sup>, die noch dazu durch das Leutaschtal getrennt sind; allmählich steigt der Arnspitzenkamm<sup>4)</sup> gegen S hin an, um dann fast schon in der Breite von Scharnitz wieder abzusinken.

Die Isar läuft diesen SSW gerichteten Kämmen nicht parallel, da ihr Oberlauf von der Porta Claudia bis zur Breite des Schwarzwaldes und Tiefen Tales NNW gerichtet ist: eine Folge des Wettersteinkalkquerriegels vom Arntalkopf (1524 m).

Nördlich vor diesem liegt der Riedboden, eine sehr bemerkenswerte Erweiterung des Talbodens der Isar, welche die Enge von Scharnitz durchbrochen hat.

<sup>1)</sup> Von der vorderen Karwendelspitz [2373 m] im N bis zur Brunnensteinspitz [2044 m] im S = 2.5 km.

<sup>2)</sup> Von dort bis Scharnitz (960 m) fällt der Kamm stark [wiederum 2.5 km].

<sup>3)</sup> Burgberg 1194 m, Wildsteigkopf 1422 m.

<sup>4)</sup> Schartenkopf 1619 m, die Scharte selbst mit 1447 m, hinter ihr die Vorgipfel [1743 m, 1931 m und 2008 m] und die Arnspitze mit 2196 m. Von hier biegt der eigentliche Kamm gegen WSW ab.

Der Wettersteinkalk zu beiden Seiten dieser Enge muß einer tektonischen Einheit zugerechnet werden; die auf beiden Talseiten unmittelbar und konkordant<sup>1)</sup> auf dem Wettersteinkalk folgenden Raibler Schichten bei Eisack und im Arntalwalde<sup>1)</sup> beweisen dies und lassen erkennen, daß nicht einmal eine [junge] Blattverschiebung hier stattgefunden hat.

Dafür scheint aber der Riedboden eine Folge hier sich sammelnder, zu Tale gehender Störungslinien zu sein.

Dahin konvergieren einmal von NNO und NNW die Schubflächen der Vorderen Karwendel- und der Wildsteigkopfüberschiebung; ferner streichen hier ostnordost-west-südwest verlaufende Längsstörungen durch, die sowohl am Karwendel- als auch am Arnspitzenzuge auffallen.

Während die Schubflächen (im O stärker und im W weniger stark) geneigt sind, stehen die Longitudinalstörungen steil.

Die Wildsteigkopfüberschiebung, deren Fallwinkel am Würzberggewölbe feststellbar ist, muß zwischen überschobenem und übergeschobenem Muschelkalke etwas südlich von P. 937 am Ausgang des „Tiefen Tales“ zu Tal gehen.

Die nach Rothpletz SO fallende Schubfläche der [von Ampferer als erstem nachgewiesenen] Vorderen Karwendelüberschiebung ist in den höheren Lagen des Westabbruches des Karwendelgebirges ziemlich gut aufgeschlossen. Sie gliedert sich nach Ampferer (3, Fig. 49) in mehrere Schuppen. Sie liegt in größeren Höhen ziemlich flach und soll etwa vom Wasserfalle an steiler fallen.

Wo sie zu Tal geht, konnte bisher nicht einwandfrei nachgewiesen werden, da das Schuttdelta der Roßlahne viel Gelände bedeckt und eine nördlich von ihr talabwärts streichende Verwerfung (?) eine Rolle spielen mag. Wenn es darum zweifelhaft bleibt, ob der Wettersteinkalkklotz des Brunnensteinkopfs noch zur Schubmasse oder zu deren Unterlage zu rechnen ist, so kann doch mit Sicherheit angenommen werden, daß die vordere Karwendelüberschiebung nicht wesentlich südlicher als das Brunnensteinkopfl zu Tale geht.

Mit der Wildsteigkopfüberschiebung wird sie wohl unter der Sohle des Riedbodens [vielleicht 500 m nördlich P. 954 am Knick des Weges Porta Claudia-ehemaliges Scharnitzer Bleibergwerk der Reischen Karte] zusammenhängen.

An den aus Muschelkalk und Wettersteinkalk unterschiedlicher Schollenzugehörigkeit bestehenden Isartalgehängen sind drei getrennte Vorkommen von jüngeren Schichten, jedesmal von sehr geringem Umfange aufgeschlossen.

Das erste bei der Sulzleklamm in Höhe von rund 1600 m wurde durch die Rothpletzsche Karwendelaufnahme bekannt und weist Kössener- und Juraschichten auf.

Das zweite [von Ampferer entdeckte] liegt an der anderen Talseite unmittelbar über der Talsohle beim Scharnitzer Bleibergwerk (941 m) und besteht aus Juraschichten<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Ampferer zeichnet unrichtigerweise in Blatt Zirl eine Störungslinie hier ein. Näheres siehe pag. 41.

<sup>2)</sup> Schlagintweit beobachtete hier noch Neokomschichten.

Ein drittes [suchte und] fand ich am Brunnensteineck, wiederum auf der Karwendelseite, wo die Rothpletzsche Karte ein kleines Muschelkalkvorkommen eingezeichnet enthält. Nur Aptychenkalke [und Muschelkalk].

[Näheres über dieses Vorkommen s. pag. 39. Vorgreifend sei bemerkt, daß das Sulzleklammvorkommen mit den Überschiebungen des Karwendel- und Arnspitzenzuges zusammenhängt.

Die beiden anderen sind durchaus anderswertig, weil anders gelagert: sie sitzen auf steilgestellten Längsspalten innerhalb der Schubmassen.]

(Die Auffassungen anderer Autoren.)

Während Schlagintweit (ohne Angabe von Gründen) einen ursächlichen Zusammenhang dieser Vorkommen sowohl mit den Überschiebungen als auch „mit anderen Schuppen innerhalb der Triasmassen“ ablehnt, sehen Rothpletz und Ampferer sie als Charakteristika der Schollenbewegung des Karwendelgebirges an, die über das Ausmaß der Fortbewegung unter Umständen Anhaltspunkte geben können. Dem schließt sich der Verfasser vollkommen an.

Rothpletz<sup>1)</sup>, der nur die Sulzleklammsschichten bespricht, will sie als notwendige Folgen von großen Schollenverschiebungen gelten lassen.

Dagegen hält Schlagintweit das Sulzleklamm- und das Bleibergwerkvorkommen „für ein emporgedrücktes Stück des Untergrundes“, der „vielleicht sogar aus dem Zusammenhang mit dem basalen Gebirge gelöst“ ist.

Es ist auffällig, daß er, der doch das ganze Wetterstein- und Mieminger Gebirge durch den horizontalen S-Schub über eine Basis von jungen Schichten gleiten läßt, hier mit einer rein vertikalen Aufpressung des Untergrundes rechnet.

In diesem Aufschluß erblickt er eine Bestätigung dafür, „daß die Zone der jungen Schichten“ [sc. des Puitentales und südlich der Wettersteinsüdwand] „entsprechend ihrem Absinken nach O vom Scharnitzjoch an unter das Arnspitzenmassiv untertaucht und unter ihm nach O fortsetzt.“ (Eine weitere Fortsetzung dieser jungen Schichten soll in denen des östlichen Karwendels „unter der lastenden Decke wieder ans Tageslicht treten“. Für die letzte Annahme fehlt jeder Beweis, doch scheint Ampferer von ähnlichen Vorstellungen beeinflusst zu werden.)

Mir erscheint es zweifelhaft, ob überhaupt junge Schichten unter dem ganzen Arnspitzenmassiv liegen. Denn wenn es auch den Anschein hat, als ob die Jurakreidemulde des Puitentales nach O hin unter das Arnspitzenmassiv sänke, so wissen wir nichts davon, wie weit sie reicht.

Eine „Aufpressung“ so kleiner Mengen von der Tiefe kann man sich nicht leicht vorstellen. Es ist natürlicher, sie als mitgerissene Fetzen bei Horizontalbewegungen aufzufassen, die dann freilich nur als longitudinal gerichtet aufzufassen sind.

<sup>1)</sup> 15, pag. 200.

Schlagintweit (8, pag. 80) und Ampferer (4, pag. 454) vermuten, daß die Vorkommen an der Sulzleklamm und am Bleibergwerk zu ein und derselben Störungslinie gehören (Schlagintweit), daß sie einander fortsetzen (Ampferer). Wäre das zutreffend, so müßte gefolgert werden, daß eine gleiche Ursache (derselbe Schub) sie abgerissen und an ihren heutigen Platz gebracht hätte, ferner daß sie zwischen zwei jeweils gleichwertigen Schollen auf ein und derselben Spalte säßen.

### Identität von Karwendel- und Wildsteigkopfüberschiebung.

Selbst wenn man davon absieht, daß an der Sulzleklamm Kössener Schichten vorkommen, die am Bleiberg fehlen, dort aber Schlagintweit wiederum Neokom beobachtet hat, so kann aus anderen Gründen die obige Vermutung als unwahrscheinlich erwiesen werden.

Das Sulzleklammvorkommen ist nämlich an die Basis der schrägfallenden Karwendelüberschiebungsschubfläche angeklebt, deren östliche Fortsetzung die Wildsteigkopfüberschiebung ist (Reis, Ampferer), was Schlagintweit freilich nicht wahr haben will.

Der Aufschluß nördlich des Bleibergwerks liegt aber etwa 800 m südlich der Stelle, wo die Wildsteigkopfüberschiebung zu Tale gehen muß. Auch ist er zwischen zwei senkrecht stehenden Wänden von Wettersteinkalk eingeschlossen, die man noch mehrere hundert Meter bergauf bis etwa Punkt 1340 an der bayrisch-tirolischen Grenze unschwer verfolgen kann. Er liegt also an einer sehr steilstehenden Störungslinie, die eben darum schon, weil sich junge Schichten hier eingeklemmt finden, als eine solche erster Ordnung bezeichnet werden muß (vgl. Ampferer 4, pag. 453 und 454, Fig. 2, steilstehende Rutschflächen!). Ampferers Annahme, daß er „ungefähr an der Sohle der Überschiebungsdecke“ liegt, ist darum nicht aufrechtzuhalten.

Anderseits ist aber der innige Zusammenhang zwischen Schollenbewegung und dem Einschlusse junger Schichten ebensowenig zu leugnen, wie — ganz im allgemeinen — die Herkunft beider junger Schichteinschlüsse aus dem Anstehen dieser Schichten im östlichen Karwendel in Frage zu ziehen. Sie entsprechen den Juraeinschlüssen, „wie wir solche durch das ganze Karwendelgebirge am Fuße der großen Überschiebungsdecke verfolgen konnten“ (Ampferer 3, pag. 240). Das Vorkommen an der Hochalpe zum Beispiel ist als ein analoges, vermittelndes anzusehen.

Hier gewinnen wir also ein sprechendes Argument für die östliche Herkunft der großen Triasschollen.

Was spricht nun dafür, daß die Wildsteigkopfüberschiebung die des vorderen Karwendelzuges fortsetzt? (Daß das Juravorkommen am Scharnitzer Bleibergwerk hier nicht in Betracht kommt, ist oben nachgewiesen. Das gleiche gilt für das Brunnensteineckvorkommen.)

1. Beide Schubflächen konvergieren auf den Riedboden zu.

2. Der Bau der Schubmassen ist ein ähnlicher, im N und zuunterst Muschelkalk, im S darauf Wettersteinkalkschichten, die zu meist SO bis SSO fallen.

3. Schuppen sind in beiden Schubmassen häufig. Im Karwendel hat Ampferer sie nachgewiesen. Im Arnspitzenmassiv ist der Bau wohl verwickelter, als die Profile von Ampferer es angeben<sup>1)</sup>.

4. Die erhebliche Höhendifferenz erklärt sich größtenteils aus der verschiedenen Höhenlage des unterliegenden Gebirges zu beiden Seiten der Isar. Denn während die Schubmasse auf der Karwendeltalseite dem fast saiger stehenden Leitersteiggewölbe (Rothpletz 15) aufrucht, das an der Sulzleklamm 1400—1650 *m*, dessen nördlicher Wettersteinkalk aber mit dem Gerberkreuz (= südlich Karwendelkreuz) 2300 *m* erreicht, liegt die Arnspitzenschubmasse auf dem sehr flachen und niedrigen Würzberggewölbe. Es ist wohl nichts gegen die Annahme einzuwenden, daß dies Würzberggewölbe die westliche, an Höhe und Steilheit verlierende Fortsetzung des Leitersteiggewölbes sei.

[Ob zwischen der Höhe der Aufrichtung sowohl der Überschiebung als auch des überschobenen Gebirges direkte Wechselbeziehungen bestehen, kann die Frage sein.

Für unsere Untersuchungen ist es nicht von Belang, ob das Leitersteiggewölbe in der Tat so regelmäßig gebaut ist, wie es Rothpletz (15, pag. 199) gemäß den Aufnahmen Jaeckels annimmt. Ampferer will im südlichen, südfallenden Muschelkalkzuge des Rothpletz'schen Leitersteiggewölbes die Fortsetzung der überkippten Schollen des östlichen Karwendelkammes erkennen.]

Entsprechend der stärkeren Auffaltung sind im Leitersteiggewölbe noch Reichenhaller Schichten entblößt. Diese finden sich auch in der Karwendelschubmasse, fehlen aber jedoch — das ist der einzige Unterschied — auf der westlichen Talseite.

### Longitudinale Störungen innerhalb dieser Schubmassen.

Nunmehr bleiben noch die longitudinalen Störungen zu besprechen, die in der Hauptsache südlich der Linie zu finden sind, auf der Karwendel- und Wildsteigkopfüberschiebung zu Tale gehen.

Sie scheinen jünger als die Überschiebungen zu sein, da sie die Schubmassen abschneiden. Sie durchlaufen gleichfalls den Riedboden und lassen diese Talerweiterung als tektonisch angelegt erscheinen.

Eine vordere zieht, wie schon erwähnt, von der Rothwand im (und später, wenn die Auffassung der Rothpletz'schen Karte richtig ist, etwas nördlich vom) Tal der Roßlähne herab und schneidet möglicherweise noch einen Teil des Leitersteiggewölbes (siehe oben) ab.

Jenseits der Isar setzt sie wohl in die Schlucht der Hasellähne fort und verbindet sich mit jener Störung am Nordabbruch der eigentlichen Arnspitz (2196·9 *m*), auf die Ampferer (in 4) schon hingewiesen hat. Der neue Arnspitzenweg der Sektion Hochland hat eine

<sup>1)</sup> Das sehr unregelmäßige Einfallen ist durch den neuen Gratweg der Sektion Hochland von der „Scharte“ bis zum Riedkopf sehr schön aufgeschlossen, an welchem ferner gut zu beobachten ist, daß der Muschelkalk über die Scharte am Nordhang des Achterkopfes noch weit heraufreicht. [Dieser Teil der Reischen Karte ist nicht ganz einwandfrei. Man beachte die erheblichen Abweichungen auf dem Blatt Zirl und Nassereith.]

Die starke Quelle unterhalb der Scharte selbst, am Wege vom Wirtshaus zur Mühle spricht für das Durchstreichen einer nicht unbedeutenden Verwerfung.

ausgesprochene Mylonitzone im Wettersteinkalk unter der Scharte bei 1979 *m* aufgeschlossen.

Ob und inwieweit diese tektonische Linie mit einer der gleichgerichteten jenseits des Leutaschtales (vielleicht mit jenen am Südabhang des Öfelekopfes oder im Puitalpfenster selbst?) zu verbinden ist, wird um so schwerer feststellbar sein, als gerade hier das Leutaschtal durch eine jüngere Verwerfung zerschnitten ist.

Erst nach Vollendung dieses Manuskriptes war mir die Wichtigkeit dieser Linie vollkommen klar geworden und damit der Wunsch entstanden, ihre Fortsetzung im Karwendelgebirge zu untersuchen. Ich besuchte das Brunnensteineck, wo die Rothpletzische [und die Reissche] Karte ein kleines Muschelkalkrechteck anzeigt.

Hier fand ich die Fortsetzung unzweifelhaft belegt durch einen weiteren

#### Jurafetzen,

dessen Vorhandensein ich gewissermaßen als Prüfstein der Richtigkeit meiner Anschauungen gefordert hatte<sup>1)</sup>.

Den Aufschluß, dessen rote Gesteine man schon von der Mittenwalder Bahn und Straße mit bloßem Auge erkennen kann, besucht man am leichtesten vom Leitersteigwege, wenn man etwa in Höhe der beiden etwas vom Wege abliegenden Aussichtsbänke auf dem Brunnensteinköpf nach S ohne Höhenverlust erst durch jungen, aber ziemlich lichten Föhrenwald, später über geneigte kahle Wettersteinkalkplatten traversiert. Man gelangt dann auf ein nach unten breiter werdendes Schuttfeld, das von Wettersteinkalkwänden eingeschlossen wird, die sich nach oben hin zu einer Schlucht verengen, am Talboden aber über 200 *m* von einander entfernt sind.

Unterhalb dieser Verengung stehen, unter einer Bergahorngruppe, steilgestellte Juraschiefer — typische, meist sehr gequälte Aptychenkalk<sup>2)</sup> — etwa in 1200 *m* Höhe an, welche ein reichliches Schuttmaterial ins Tal senden. Wie mir Herr Dr. Schlagintweit, der gleichfalls an der Schlußexkursion teilnahm und nach mir diesen Aufschluß aufsuchte, mitteilt, sollen noch erheblich tiefer, unweit der südlichen Wettersteinkalkmauer, wo ich nur Juraschutt fand, anstehender Aptychenkalk aufgeschlossen sein. (Unteres Profil.)

Etwas tiefer und nördlicher als der erste Juraaufschluß fand ich gleichfalls im Schuttkegel braunen Muschelkalk in geringer Ausdehnung. Dieser war es wohl, den die Rothpletzische Karte anzeigt. Steigt man die meist nur 10 *m* breite steile, mit Muschelkalkschutt erfüllte Schlucht zwischen den beiden Wettersteinkalkmauern an (mittleres Profil), so gelangt man nach etwa 70 *m* an einen Abbruch. Während die südlich begleitende Wettersteinwand bis zu diesem Abbruch reicht, tritt die nördliche vorher gegen N zurück und verliert an Höhe.

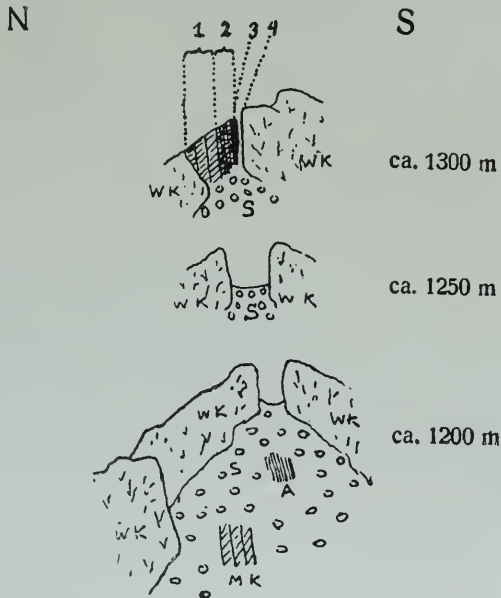
<sup>1)</sup> Am Tage zuvor gesprächsweise Herrn Privatdozenten Dr. Leuchs und einigen Teilnehmern der von ihm und Herrn Privatdozenten Dr. Dacqué geführten Sommersemesterschlußexkursion der Münchener Universität gegenüber.

<sup>2)</sup> Fossillere rote, blaßgelbe, graulichgrünliche oder bunte Mergelkalk mit Tonhäutchen und vielen Spiegelflächen, zum Teil hornsteinführend.

Der Abbruch selbst besteht aus Muschelkalkschichten, die gegen N verhältnismäßig gut erhalten sind, nach S hin immer mehr gequält erscheinen, um mit einer typischen Reibungsbreccie abzuschließen. (Oberes Profil.)

Zwischen dieser Breccie, von der schon am Einstieg in die Schlucht Reste [an der nördlichen Wettersteinwand] zu beobachten

Textabbildung 2.



Schubsetzen von Aptychenkalk zwischen alter Trias am Brunnensteineck.  
(Karwendelgebirge).

## Zeichenerklärung:

Mk = Muschelkalk. — Wk = Wettersteinkalk. — A = Aptychenschichten.  
S = Schutt.

1 = Ungequälter Muschelkalk. — 2 = Gequälter Muschelkalk. — 3 = Reibungsbreccie. — 4 = Rutschfläche. Die Kluft zwischen den beiden letzteren ist in den unteren Partien zu einer kleinen Höhle erweitert.

waren, und der südlichen Wettersteinwand klappt eine deutliche, wenn auch enge Spalte, die sich nach unten hin zu einer Art Höhle erweitert. Der Wettersteinkalk selbst ist abgeschliffen und zeigt liegende, in den Berg hineinstreichende Rutschstreifen.

Dieser neue Aufschluß liegt dem länger bekannten vom Scharnitzer Bleibergwerk, nur durch das Isartal getrennt [1,5 bis 1,6 km], gegenüber. Beide sind von steilen Wettersteinkalkmauern umgeben, die

bergan sich verengernd noch über eine gute Strecke<sup>1)</sup> hinaus ver-  
folgbar sind.

Es wird wohl niemand daran zweifeln, daß hier nur ein und  
dieselbe Störungslinie aufgeschlossen ist und daß ihr eine  
erhebliche Bedeutung zukommen muß.

In diesem Falle würde also der Wettersteinkalk südlich  
dieser Linie [mit dem Arntalkopf (1524 *m*) und vielleicht auch dem  
Arnkopf 1750 *m*], welcher ja ziemlich normal (Ampferer 4, pag. 455!)  
unter die Raibler des Arntalwaldes und damit unter den Hauptdolomit  
des Hohen Sattels einfällt, zur Seefelder Hauptdolomit-  
scholle [Mieminger Scholle] zu rechnen sein.

Nach meinen (allerdings flüchtigen) Beobachtungen im Arnspitz-  
gebiete hat Reis dem Wettersteinkalk eine zu große Ausdehnung  
gegeben. Dessen Areal auf der Karte entspricht etwa dem des  
Wettersteinkalkschuttes, der von der Arnsteinspitze herabkommt. Aus  
ihm ragen aber Raibler Schichten (Rauhacken!) sicher noch weiter  
ostnordöstlich hervor<sup>2)</sup>.

In der direkten Fortsetzung der oben charakterisierten Linie  
liegt der Unterlauf der auf pag. 37 besprochenen Hasellähnestörung.  
Vielleicht haben wir mit einer Gabelung und einer Verzweigung der  
Störungen so gut zu rechnen, wie mit der längst bekannten Duplizität.  
Welche Rolle die etwas anders gerichtete Verwerfung spielen mag,  
welche den Arntalkopf selbst vom Hauptteil des Wettersteinkalkes  
abschneidet, mag unerörtert bleiben.

Wenn auch der genaue Nachweis des Verlaufes der Hauptstörung  
im Wettersteinkalk über eine kurze Strecke hinweg noch aussteht,  
so ist doch sicher:

daß die Hauptstörungslinie des Bleibergwerks- und des Brunnen-  
steinecks identisch ist und

daß sie mit der Nordgrenze der Mieminger Scholle (Unterahren—  
Hoher Sattel—Arntalwald) konvergiert.

Daraus schließe ich, daß die Nordgrenze der Mieminger  
Scholle am Scharnitzer Bleibergwerk und am Brunnen-  
steineck fortsetzt.

Die westliche Verlängerung der Nordgrenze über die Leutascher  
Ache hinaus ist auf pag. 53 besprochen.

Die wichtigste Frage ist jetzt, wohin diese Störung in ihrem Verlauf  
nach W streicht, ob nördlich oder südlich um den Arnkopf (P. 1750 *m*)  
herum. In diesem Gebiete liegen keine neueren Beobachtungen vor.

<sup>1)</sup> Die tektonische Linie des Bleibergwerks habe ich bis zur Landesgrenze  
abgegangen, die des Brunnensteineck jedoch nicht weiter als bis zum oben ge-  
schilderten Abbruch. Möglicherweise steht sie mit der der Roßlabne in höheren  
Lagen in irgendeinem Zusammenhang. Es ist sehr schwer, ohne so schlagende An-  
haltspunkte, wie Einschlüsse fremder Schichten, eine tektonische Linie innerhalb  
von Wettersteinkalkmassen zu verfolgen, da in diesem einmal das Einfallen oft  
schwer erkennbar ist, zum anderen andere mehr untergeordnete Verwerfungsklüfte  
nie fehlen.

<sup>2)</sup> Bei 1660 *m* nach meiner Barometerablesung, am Wege vom Arntalwalde  
zur Hinteren Arnsteinspitze. Das Schuttband zwischen Wettersteinkalk und Raiblern  
ist von Reis zu schmal gezeichnet worden.



Es mag sein, daß sie mit jener Linie im Wettersteinkalk zu verbinden ist, die am Südfuße der Arnspitz (P. 2196·9 *m*) durchstreichend, die unbedeutende Vorerhöhung P. 1967 *m* [oberhalb der Hütte und südlich des Gipfelweges] abschneidet. Diese läßt sich, soweit sie nicht mit Schutt bedeckt ist, gut nach WSW, immer parallel mit dem Gipfelzuge Arnspitz — Hinter-Arnsteinspitz (P. 2172 *m*) verlaufend, verfolgen. Hier sind stets zwei verschiedene voneinander abstoßende Wettersteinkalkmassen unterscheidbar, bis mit dem Absteigen in ein niedrigeres Niveau Geröll- und Latschenbedeckung jeden sicheren Einblick verwehrt. Es scheint, daß diese Linie die direkte Fortsetzung jener Verwerfung ist, die am Hohen Sattel durch das schräge Abstoßen der Raibler und des Hauptdolomits der Seefelder Scholle vom Arnspitzen — Unter-Ahrenkopf-Wettersteinkalk auf der Reisschen Karte leicht erkennbar ist.

Die Lösung der Frage nach Fortsetzung der Nordgrenze über den Arntalwald nach O, welche Reis (durch eine punktierte Linie) andeutet, entbehrt nämlich des Zwingenden; die neuerdings von Ampferer im Blatt Zirl — Nasserreith versuchte — er trennt die Raibler vom Wettersteinkalk durch eine Verwerfung — widerspricht seinen früheren Angaben (4, pag. 455).

Der Wettersteinkalk der Mieminger Scholle findet in den Massen des Brunnsteinspitz und des Brunnsteinkopfes seine östliche Fortsetzung. Diese fallen in schöner Regelmäßigkeit gegen S ein und stehen dabei in deutlichem Gegensatze zum Wettersteinkalk nördlich von ihnen. Ihr Zusammenhang mit den südlich bei Eisack angrenzenden Raiblern ist nicht gut aufgeschlossen: die Ampferersche Karte verzeichnet hier keine Störung.

Die Verfolgung des Verlaufes unserer Nordgrenze, die als steilstehend angenommen werden muß, noch weiter nach O fällt außerhalb des Rahmens der Arbeit.

## B. Wo setzt die Wildsteigkopfüberschiebung nach W fort?

Zurück zur Wildsteigkopfüberschiebung, die Reis einmal in den Ferchenseestörungen (die Leutasch überquerend) sich äußern, zum anderen mit Ampferer (7)<sup>1)</sup> durchs Leutaschtal aufwärts sich fortsetzen läßt. Während aber letzterer die Nordgrenze [seiner Inntaldecke] durchs Puitental legt, läßt sie Reis vorher schon nach W abbiegen und den Öfelekopf[nordfuß] von der Wettersteinscholle abtrennen, ein Gedanke, an den Schlagintweit (in seiner Polemik gegen Ampferer, 9, pag. 321) anknüpft.

Die von Ampferer bevorzugte Möglichkeit dürfte durch Schlagintweit (9) hinreichend widerlegt sein. Gegen die von Reis vorgeschlagene (Öfelekopfnordfuß) habe ich gleichfalls Bedenken. Denn es ist willkürlich, die Wildsteigkopfüberschiebung durch das Leutaschtal über eine kürzere oder längere Strecke verlaufen zu lassen, da in diesem nur eine an der Verschiebung des Arnspitzenmassivs nach

<sup>1)</sup> Vergl. Ampferers interessante Ausführungen in 4, pag. 542.

Nachweisbare junge Querverwerfung zu beobachten ist. Letztere verschiebt die Nordgrenze von Mieminger Scholle (Gaistalmulde) und Seefelder Hauptdolomitscholle von der Oberen Gasse in Leutasch nach Ahren.

Noch weniger Anlaß liegt vor, am Nordfuß des Öfelekopfes eine tektonische Grenze zwischen diesem und der „Wettersteinscholle“ zu konstruieren. Wo soll sie denn verlaufen? Durch die Bergklamm? Am Südrhang des Öfelekopfes mag eine wenig bedeutende Störung durchstreichen (Neokomaufschluß an der Ostseite), weiter nördlich aber bietet sich — auch auf der Reisschen Karte — gerade das Bild einer für diese Gegenden selten kompakten Muschelkalk-Wettersteinkalkmasse mit nur wenigen, fast nördlich verlaufenden Verwerfungen.

Eine der schon von Ampferer beobachteten ostwestlichen Störungen<sup>1)</sup>, etwa die nördlich des Arnsitzgipfels, mag sich im Puitental fortsetzen und neben anderen Ursachen Anlaß zu der dort fensterbildenden Erosion gewesen sein.

Das Hervortreten von Muschelkalk im Oberreintalkar etc. ist, wie an anderer Stelle auszuführen sein wird, auch anderweitig erklärbar.

Für die Unbefangenheit von Reis spricht, daß er die Störungslinie nördlich der Leutascher Dreitorspitze viel tiefer als das Ausstreichen des Muschelkalkes (etwa 2050 m), in zirka 1800 m Höhe durchs Schüsselkar streichen läßt.

Es liegt also kein zwingender Grund vor, den Öfelekopf vom Wettersteinwandmassiv abzureißen.

So bleibt nur übrig, die Überschiebungsgrenze beim Gasthaus „zur Mühle“ die Leutasch überqueren zu lassen.

Wie schon erwähnt, verbindet Reis die Diskordanz zwischen dem Muschelkalk vom Südfuß Wettersteinspitz und dem Wettersteinkalk des Grünkopfes mit der großen Blattverschiebung des Ferchenseeraumes.

Meines Erachtens ist der Zusammenhang zwischen der letzteren und der Wildsteigkopfüberschiebung höchstens ein indirekter. Das geht schon daraus hervor, daß solche Blattverschiebungen bis weit nach O hin [im Zuge der Ferchenseewände] zwischen Raiblern und Wettersteinkalk häufig sind und darum wohl auf die gleichen Ursachen, wie diese westlichste und bedeutendste zurückgeführt werden müssen. Zu ihrer Verstärkung mag die Wildsteigkopfüberschiebung immerhin  $\pm$  direkt beigetragen haben; in ihr kann aber unmöglich eine Bewegung, die das Arnsitzmassiv, Gehrenspitzen und Öfelekopf vortrug, ausgegangen sein. [Eher scheint die von der Scharte (zwischen Achterkopf und Schartenkopf) nach SO zwischen Wettersteinkalk und Muschelkalk offenbar werdende, auf Punkt 941 beim Scharnitzer Bleibergwerk laufende Störungslinie mit der Ferchenseestörung verknüpft werden zu dürfen.]

Reis weicht auch mit seiner Linienführung von der durch die Grenze zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk nordwestlich des W. H. an der Brücke vorgezeichneten Störungslinienrichtung ab, was

<sup>1)</sup> Siehe oben, pag. 37.

durch den Böschungswinkel nicht hinreichend motiviert wird. Ampferer deutet im Blatt Zirl—Nassereith (27) diejenige an, der ich den Vorzug geben möchte, eine ausgesprochen nordwestliche.

### Die S-Grenze der Hohen-Kranzbergscholle.

Ich glaube, daß die Grenze am Nordabhang der Wettersteinspitze dann nach W umbiegt und allgemein auf eine größere Strecke diese Richtung beibehält, ziehe also die ganze Wettersteinwand, Musterstein und Dreitorspitzen zum Öfelekopfmassiv und zur Arnspitzengruppe.

Hierfür sind folgende Erwägungen maßgebend. Die Kranzbergscholle, die östliche Fortsetzung der Wettersteinmulde, erreicht nach W ihre breiteste Ausdehnung. „Unter den Wänden“ streicht steilgestellt, aber normal (nur mit den schon erwähnten transversalen Blattverschiebungen) die Raibler Folge und der Wettersteinkalk heraus. Die tiefsten Depressionen finden sich im Gebiete der weichen Raibler (etwa in 1000 *m* Höhe). Der wenig gestörte, meist nordfallende Wettersteinkalk, der ja härter ist, erreicht Höhen von 1200—1589 *m* (Grünkopf). Dann folgt das Leutaschtal (hauptsächlich hier ein Erosionstal) und schließlich stellt sich südlich des Würzberges der Muschelkalk unter dem Wettersteinkalk ein (kleines Würzberggewölbe). Alles in allem eine recht einfache Lagerung<sup>1)</sup>, trotzdem dieses Gebiet mit südfallender Schubfläche vom Arnspitzmassiv überschoben ist.

Diese Höhen vom Grünkopf bis zum Burgberg sind erheblich niedriger<sup>2)</sup>, sowohl als die ihnen im SW benachbarten des Wettersteinwandzuges als auch als die im O im Karwendelgebirge.

Nachdem wir dort mit einer großen Überschiebung rechnen und diese mit der Wildsteigkopfüberschiebung, wie im vorigen Kapitel nachgewiesen wurde, identisch ist, so liegt es nahe, die große Höhenlage des Wettersteinwandzuges auf die gleichen Ursachen zurückzuführen, indem man die Wildsteigkopfüberschiebung nördlich von ihm weiterlaufen läßt und den Wettersteinwandzug zur gleichen Schubmasse [Leutaschscholle] rechnet.

Wie schon darauf hingewiesen ist, liegt uns in den Bergmassen der Wettersteinwand bis zum Öfelekopf trotz unverkennbarer nord-südlicher Dislokationslinien ein selten kompaktes Massiv vor. Wir haben aber noch mehr Gründe<sup>3)</sup>, es von der eigentlichen Wetterstein[mulden]scholle abzutrennen.

<sup>1)</sup> Vergl. das pag. 55 f. über lokale Sattelungen, die erst weiter westlich und nördlich sich finden, Gesagte.

<sup>2)</sup> Sicherlich ist der Abtrag durch (Glazial-) Erosion am Grünstein und am Burgberg nicht gering zu veranschlagen. Er langt aber nicht hin zur Erklärung dieser eklatanten Höhendifferenz, zumal ein solcher ja auch am Wetterstein- und Karwendelzuge, wenn auch in etwas geringerem Maße, stattgefunden hat.

<sup>3)</sup> Hier stellen sich an der Fleckalpe (in gestörter Lagerung?) Partnachschichten ein, die abgesehen vom äußersten westlichen Norden, dem Nordabfall des Waxenstein, der Wettersteinscholle fremd sind, in der östlichen Hauptwettersteinscholle aber gänzlich fehlen. Ihr Anstehen an der Fleckalpe darf vielleicht für die allogene Herkunft der Scholle als Symptom mitverwendet werden. Ich erinnere hier an die durch Stollen am Schachtkopf (Westabfall der

Es mag etwas Bestechendes haben, in den Wettersteinkalk- und Muschelkalkmassen dieses Massivs das natürliche Liegende der westlichen Teile der Hohen Kranzberg-Scholle zu erblicken, wie wir es mit den entsprechenden Schichten des Grünkopfes und Würzberges für deren östlichen Teil getan haben.

Dann bleibt aber einerseits die Frage nach der Fortsetzung der Arnspitzenmasse ungelöst, nachdem wir es für unmöglich gefunden haben, die Grenze nordöstlich des Öfelekopfes oder durchs Puitental zu legen und man müßte die Arnspitzenüberschiebung mit dem Leutaschtal überhaupt endigen zu lassen, wozu die Verhältnisse keineswegs auffordern. (Übergreifen des Muschelkalks beim „W. H. an der Mühle“ über das Tal der Leutascher Ache.)

Andererseits ist die große Mächtigkeit des Wettersteinkalkes [der Dreitorspitz—Wettersteinwand—Öfelekopfmasse] und die Vermehrung der Raibler Züge vom Gamsanger unter der oberen Wetterspitz bis zum Aussichtspunkt am Königshaus dann völlig unerklärlich.

Hier bedarf es eines weiteren Ausholens, einer Einschaltung morphologischer Betrachtungen.

### C. Der Verlauf der Gipfelzüge in den beiden Hauptwettersteinschollen.

Sicher ist, daß mit der — ich sage der Kürze wegen nur — Wettersteinwandmasse ein fremdes Element [von O her] in (den Bau und) die Anordnung der Züge des Wettersteingebirges tritt.

Vorgreifend bemerke ich hier, daß ich den Wettersteinkalkzug vom Zugspitzgatterl bis zum Schlüsselkar als Zwischenscholle gleichfalls von der Hauptwettersteinscholle abtrenne und ihn in eine gewisse, später näher zu bezeichnende Verbindung mit der Leutaschscholle bringe.

Morphologisch zeigt das Wettersteingebirge zumeist Längstäler, einige unbedeutende Diagonaltäler und ein ausgesprochenes Quertal, das des Partnach-Südnordverlaufes von der Bockhütte bis zum Eintritt des Baches in die Loisachniederung.

Diese Längstäler<sup>1)</sup> entsprechen dem Gebirgsstreichen, und zwar entweder dem der gleichfalls meist O—W streichenden tektonischen Linien (zum Beispiel Ferchenbach—Düsselgraben) oder — seltener — sind sie direkt aus dem Faltenbau, respektive dem Schichtstreichen zu erklären. (Beispiele Bodenlähne und die Depression am Ferchensee und Lautersee.)

Im allgemeinen kann gesagt werden: die Hauptkamm- und die Haupttalzüge entsprechen dem ursprünglichen Muldenbau der Schollen vor der Schubphase, die die Unregelmäßigkeiten (außer jenen durch die verschiedene Härte der Gesteine, die jungen Störungen und die Ereignisse der Vergletscherungsperiode bedingten) im Gebirgsbau und der Talanlage erst geschaffen hat.

Mieminger Berge) aufgeschlossenen Partnachschichten und ähnliche Vorkommen, ohne weitgehende Schlüsse ziehen zu wollen, für die hinreichende Argumente noch nicht beisammen sind.

<sup>1)</sup> Das Entwässern, das heute manche Anormalitäten zeigt, wäre gesondert zu untersuchen, würde aber zu weit vom Thema abführen.

Im Westen begrenzen ein südlicher Zug (Wettersteinwände—Gatterköpfe) und ein mittlerer Zug (Zugspitze—Höllentalspitzen) die primäre Plattmulde der westlichen Hauptwettersteinscholle. Der nordöstliche Verlauf des Höllentalzuges, der durch das Partnachdurchbruchstal im O durchschnitten wird, zeigt dieses Bild weniger klar: hier mag neben anderen Ursachen<sup>1)</sup> die schuppige Heraufschubung der östlichen Hauptwettersteinscholle über die westliche als Hauptgrund der Anomalie angesehen werden.

Diese Scholle, die deutlich<sup>2)</sup> von Osten heraufgeschoben ist — Reis hat die Schuppungszonen sehr deutlich dargestellt — unterscheidet sich zwar nicht unerheblich im Bau von der westlichen, [indem ihr nach N zu die Muschelkalk- und Wettersteinkalktrias fehlt], ist aber doch als die ursprüngliche direkte östliche Fortsetzung der westlichen anzusehen: in der allgemeinen Längenerstreckung wird durch den Schub eine Verkürzung eingetreten sein, deren Folgen wir in dem sonst keineswegs erklärbaren Erscheinen eines zweiten nordsüdlichen Zuges erblicken müssen. Dieser läuft dem westlicheren [Wetterwandeck—Schneefernerkopf und Zugspitz-Riffelwand] parallel und ist [ähnlich wie dieser] als ein — jedoch etwas maskierter — Stirnrand anzusehen.

Sahen wir einerseits nun in der östlichen Scholle die natürliche Fortsetzung der westlichen, so muß andererseits konstatiert werden, daß der Zusammenschub nicht ganz rein [d. h. nicht in der primären O—W-Folge] die in nunmehr ostwestlicher Richtung aufeinander folgenden Teile — wenn auch mit Auftürrung des am meisten zerpreßten Mittelstückes — aneinander gebracht hat. Ein Blick auf die Karte von Reis (und auf meine Übersichtskarte) zeigt, daß die östliche Scholle nach N vorspringt. Aber auch schon in der westlichen Scholle ist [von W nach O] nördlich der Linie Wiener-Neustädterhütte—Zugspitz ein solches Zurückweichen und Vorbiegen nach N der östlicheren Teile zu beobachten.

Wir erhalten den Eindruck, daß der ursprüngliche Verlauf der Urwettersteinmulde (vor der Schubphase) wohl kein rein westöstlicher war.

Ob die Gebiete nördlich und südlich des „mittleren Zuges“ der östlichen Scholle nicht wiederum in manchem als einander gegenüberstehende Einheiten von gewisser Selbständigkeit aufzufassen sind, kann erwogen werden; desgleichen die Frage, ob nicht die Urwettersteinscholle eine Anschwellung nach S (Plattmulde) besaß und sich nach O zu verzügte. Immerhin scheint diese Annahme nicht unbedingt nötig, da die Tatsachen des Zusammenschubes und der Abweichung vom reinen Westoststreichen nach N die heutigen Verhältnisse hinreichend erklären dürften.

Ferner beobachten wir, wie im oberen Partnachtales (östlich der nach O absinkenden Plattmulde) ein Querriegel, der jenem nördlich des „mittleren“ Zuges (von der Albspitz über den Höllentorkopf zum Schwarzenkopf) entsprechen sollte, fehlt.

Daraus schließen wir, daß die östliche Wettersteinscholle entweder nie nach S bis ins Partnachoberlaufthal reichte oder daß sie dort nur noch so schwach ver-

<sup>1)</sup> Die Vorschuppe, die Aufwölbung des Höllentalangers und vielleicht noch andere mehr.

<sup>2)</sup> Die Verhältnisse liegen dabei hier sehr kompliziert: die Störungen im Wettersteinkalk sind zahllos; zunächst sind sie leicht aufzufinden, aber dann unendlich schwer mit Sicherheit zu verfolgen, so daß eine sichere Trennung der zu der westlichen und der östlichen Scholle zu stellenden Komplexe kaum je exakt durchführbar sein wird.

treten war, daß sie der Erosion keine wesentlichen Hindernisse entgegenzustellen vermochte.

Am Aufbau des „mittleren Zuges“ mögen beide beteiligt sein, die westliche stärker im W und in den unteren Wettersteinalagen, die östliche im (äußeren) Osten und hauptsächlich in der Gipfelregion. Letzterer scheint mit dem Hohen Gaifkopf das Tal zu gewinnen und möglicherweise sich mit dem Zunderkopf — das heutige Partnachtal übergreifend — am Aufbau von dessen Südwand noch zu beteiligen. Doch handelt es sich hier, ganz ausdrücklich bemerkt, erst um Wahrscheinlichkeitsurteile. Weiter nach O hin wird die östliche Scholle durch die Partnach mit ihrem Nordsüdläufe quer durchschnitten.

Die Mehrzahl der Täler dieser Region folgt nicht dem Muldenkern, der durch den verhältnismäßig harten, noch dazu etwas aufgewölbten Hauptdolomit gebildet wird, sondern den ihn unterteufenden Raiblern, wenigstens im N und östlichen S, während diese im SW eine sehr hohe Lage und eine Vermehrung der Züge erfahren haben.

Sehen wir noch von der Wettersteinsüdwand zwischen Gatterl und Schüsselkarspitz ab, so können wir nunmehr zum eigentlichen Thema zurückkehrend, feststellen, daß sich im Wettersteinwand-, Dreitorspitz- und Öfelekopfgebiet neue Gipfelzüge, sowohl longitudinale als auch ein transversaler einstellen.

Allein hieraus schon sollte man auf die Möglichkeit schließen, daß sich hier eine neue tektonische Einheit einstellt.

Mag man auch noch vorerst im Öfelekopfzug, der freilich stark aus der rein ostwestlichen Richtung des Zuges Gatterl—Scharnitzspitz abbiegt, seine Fortsetzung erblicken wollen, so ist es ganz ausgeschlossen, im Zuge Törlspitz — Musterstein — Wettersteinwand eine Fortsetzung des vorbesprochenen „mittleren“ Zuges (Zugspitz—Gaifkopf) zu sehen und ersteren über den Grünkopf nach O verlängern zu wollen. Die wahre, freilich durch Erosion teilweise aufgelöste Fortsetzung dieses „mittleren“ Zuges ist die Gipfelreihe Steilenberg — Kämikopf — Zirbelkopf, denen sich nach W der niedere, aber geschlossene Zug Grünkopf — Burgberg unmittelbar anschließt. Hier haben wir das natürliche südliche Ausstreichen der östlichen Wettersteinmulde vor uns. Die Gipfel werden hier (wie dies schon im „mittleren“ Zuge jenseits der Partnach vereinzelt der Fall war) bisweilen auch von Raibler Gesteinen gebildet. Zu dieser aufgelösten Gipfelreihe sind auch in gewissem Sinne die aus der Zuanordnung nach S vorgeschobenen Gipfel des Schachentorkopfes und des noch südlicheren Schachenkopfes zu rechnen.

Wir haben es mit einem großen mittleren Zuge, der sich von der Zugspitze über den Gaifkopf (das Partnachdurchbruchstal übersetzend) in die Reihe der aufgelösten Kette bis zum Burgberg an der Isar fortsetzt, zu tun, dessen Gipfel etwa vom Hohen Gaif an nach O von unter dem Hauptdolomit zu Tag streichenden Raibler- und Wettersteinschichten gebildet wird.

Der diesem Zuge unmittelbar südlich vor- [und orographisch höher] gelagerte Zug der Wettersteinwand von der Törlspitze bis zur Wettersteinspitze verläuft im Gegensatz zu dem vorigen rein ostwest-

streichenden in westsüdwest-ostnordöstlicher Richtung und gabelt sich mit ihm gerade dort, wo die Wildsteigkopfüberschiebung in nordwestlicher Richtung jenseits des Leutaschtales zu Berge steigt. Es ist auffallend und sichertektonisch begründet, daß der Wettersteinwandzug nicht in einer Geraden verläuft. Genau die gleichen Erscheinungen (Richtung und Ungradheit) bemerken wir im Zuge Schüsselkarspitz (exklusive)—Öfelekopf und dem zwischen beiden liegenden Tale.

Ein weiterer nordsüdlicher Querzug, der der beiden Dreitorspitzen, bildet ein Analogon zu dem oben besprochenen (Alpspitz-Schwarzenkopf) und ist wie dieser als Stirnrand zu deuten, der das Wettersteinwandmassiv nach W abschließt. Die Dreitorspitzen hängen nach O über den Sölllerpaß mit dem Öfelekopf zusammen. Letzterer ist, wie pag. 50 ausgeführt, nicht vom Gehrenspitzmassiv zu trennen. Beide finden ihre Westgrenze an der gleichfalls unten besprochenen Schichtenumkehr. Nach S hin ist die Gehrenspitze vom Hauptdolomit der Gaisalmulde leicht zu unterscheiden.

So sehen wir nach N und W das Wettersteinmassiv gut abgeschlossen. Gegen SO grenzt es mit dem Arnspitzenmassiv längs der Leutascher Ache. Da wir für dieses keinen nordwestlichen Abschluß finden konnten, das Leutaschtal aber nur ein Erosions- und Verwerfungstal ist, so vereinigen wir Wettersteinwandzug, Öfelekopf, Gehrenspitzen- und Arnspitzenmassiv als eine neue Scholle und nennen sie die Leutaschscholle.

#### D. Das Puitental.

Auf den von Ampferer zu Unrecht bestrittenen hohen Erkenntniswert der Puitalpaufschlüsse zuerst hingewiesen zu haben, ist ein Verdienst von Schlagintweit.

In der Verallgemeinerung seiner Schlußfolgerungen wird ihm jedoch kaum jemand folgen wollen.

Anderseits sind manche wichtige Einzelheiten<sup>1)</sup> von ihm nachlässig oder unrichtig dargestellt worden.

<sup>1)</sup> So besteht die von ihm (8, pag. 79) behauptete spiegelbildliche Lagerung der Trias zu beiden Seiten des Puitentales, wie allein schon ein Blick auf die Reissche Karte lehren sollte, keineswegs.

Der Muschelkalksockel der Gehrenspitze (S) ist weit schmaler als der entsprechende im N und nur in der östlichen Hälfte vorhanden. Sein Verschwinden in zirka 1600 m Höhe ist leicht zu beobachten. Überquert man gerade von dort aus die Puitalpe, um den rauhen Pfad zum Sölllerpaß (2200 m) hinaufzusteigen, so bleibt man fast bis zur Paßhöhe (bis etwa 2100 m) im Muschelkalk. Eine so beschaffene Lagerung sollte man nicht als „genau die gleichen Verhältnisse“, als „genaue Spiegelbilder“ bezeichnen.

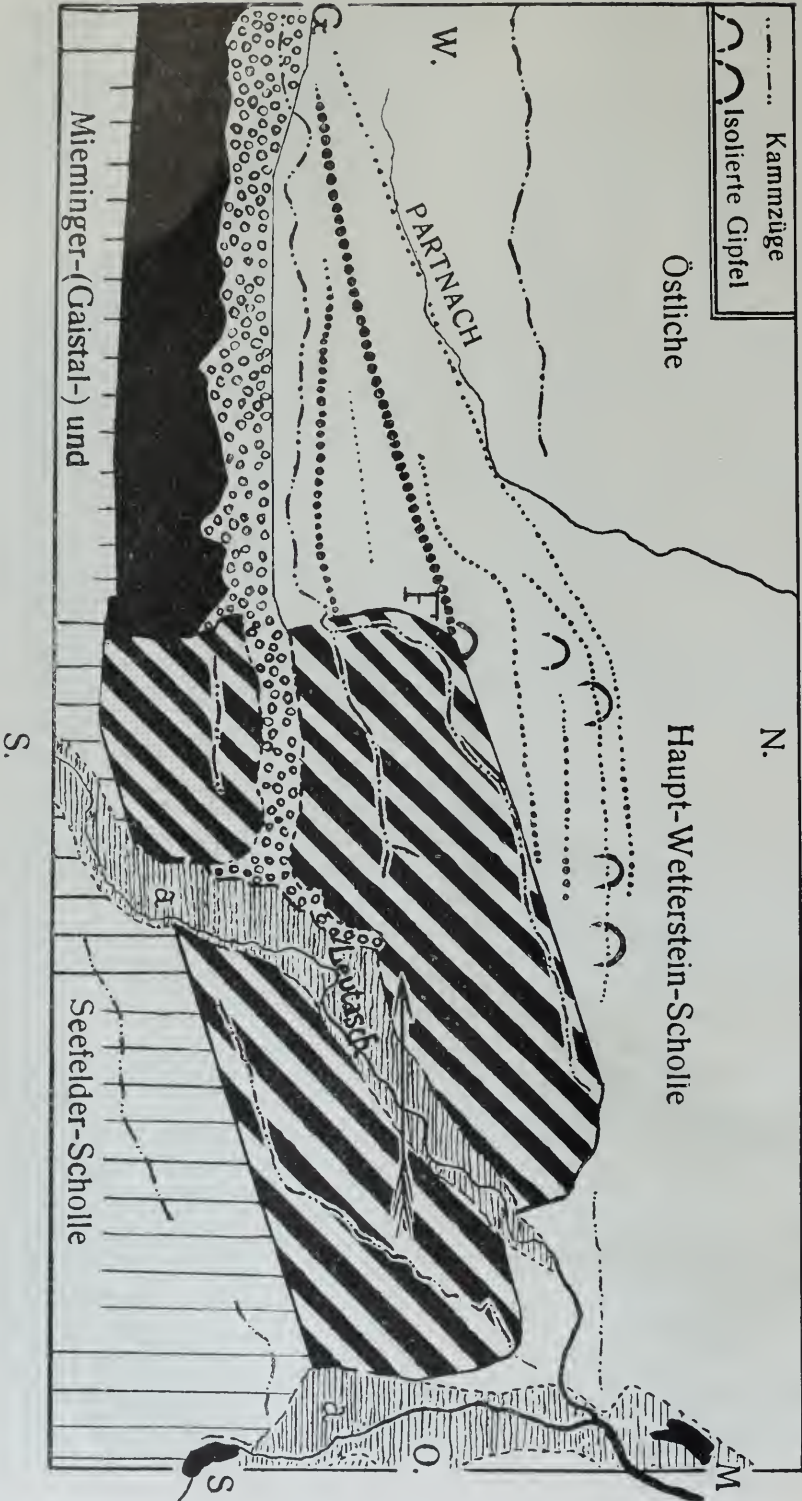
Damit werden für die Gesamtauffassung wichtige Tatsachen, die später besprochen sind, unterdrückt.

Dementsprechend sind auch die Formationen auf dem Lichtbild Nr. 14 durch Schlagintweit unzutreffend eingetragen.

Der Muschelkalk reicht [auf dessen rechter Seite] noch mindestens über die Buchstaben e und r von Wettersteinkalk herauf. Der Sölllerpaß oder doch dessen allernächste Umgebung sind von dem Photo noch getroffen.

Schematische Übersichtskarte der Leutaschscholle und ihrer Umgebung.

Maßstab: 1:100 000.





### Erklärung zu vorstehender Karte.

Das halbdagonal stehende, schrägschraffierte Fastrechteck gibt etwas schematisiert die Lage der Leutaschscholle wieder; die der südlichen Hauptscholle ist durch senkrechte Striche, die der Jura-Kreidemulde, die noch unter die Leutasch-Scholle einschließt und dort ein Erosionsfenster bildet, durch etwas unregelmäßig verteilte Kreischen signiert, die Vorbergsscholle schwarz.

Die wagrechten, sehr schwachen aber engen Striche zeigen die Gegenden an, wo im Tal der Leutascher Ache und im Isartal (im äußersten Osten) das anstehende Gebirge unter Schutt etc. versinkt.

Weiß gelassen ist das Gebiet östlich der Isar (Karwendelgebirge), das der östlichen Haupt-Wettersteinscholle im Nordosten, das der Schmalen-Schollenregion, welche durch die punktierten Linien (= Längsverwerfungen) begrenzt werden, und die Zwischenscholle [ein fast rechtwinkliges Dreieck, das nach NNW durch die (längere, stark punktierte) Linie *G* (= Zugspitz—Gatterl) bis *F* (= Frauenalp) als Hypotenuse, nach Osten durch den Dreithorspitzzug der Leutaschscholle und nach Süd durch die Nordgrenze der Jura-Kreidemulde als Katheten begrenzt wird]. Die kürzere, stark punktierte Linie zeigt die Nordgrenze der oberen Etagenschuppen der Zwischenscholle an.

Die an den Längsverwerfungslinien (punktierten Linien) oft auftretenden Überschiebungen haben keine gesonderte Darstellung gefunden.

Die Signaturen für die Kammzüge und die isolierten Gipfel sind auf der Figur selbst erklärt.

Der Pfeil zeigt die ungefähre Hauptschubrichtung der Leutasch-Scholle an, die der allgemeinen Schubrichtung entsprechen dürfte.

Der nördlichste eingetragene Gipfelzug [n.ö. des Partnach-WO-Laufes und des kurzen Leutascher Achen-WO-Laufes kurz vor deren Mündung in die Isar] ist der unterbrochene „mittlere“ Kammzug des Wettersteingebirges, den die drei nördlichen isolierten Gipfel des (von W nach O) Steilenbergs, Kämikopfs und Zirbelkopfs repräsentieren.

Die ostwestlich bewegte, aber wie der Verlauf ihrer Gipfelzüge schon anzeigt, halbdionalachsige Leutaschscholle hat vom mittleren Wettersteinkamm, den sie unter einem spitzen Winkel traf, die obgenannten schmalen Längsschollen abgespalten und nach W bewegt.

Die Südgrenze der normal unter dem Hauptdolomit der östlichen Hauptwettersteinscholle herausstreichenden Raibler liegt fast stets nördlich des mittleren Kammzuges, der von Wettersteinkalk gebildet zu sein pflegt.

*M* = Mittenwald. — *S* = Seefeld. — *a-a* = SO-Grenze der Leutaschscholle (zwischen Unterahren und dem ehemaligen Scharnitzer Bleibergwerk).

Freilich, daß im Puitental eine deckenförmige Überlagerung des Neokoms durch die Trias vorliegt, hatte Reis schon vor ihm erkannt.

Ampferer (4, pag. 554) sieht im Puitental nur eine beschränkte Überlagerung. Schon 1905 rechnete er nur die Gehrenspitze zum Arnspitzenmassiv und stellte sie in einen tektonischen Gegensatz zum Öfelekopfmassiv, das erst mit der Wettersteinsüdwand (von W bis zur Scharnitzspitze), dem Dreitorspitzenzuge und dem Wettersteinwandzuge als den Südfügel seiner Wettersteinmulde<sup>1)</sup> ansieht.

Es ist meines Erachtens nicht erforderlich, die schon von Schlagintweit (8) zusammengestellten Beweise für die Annahme der flachen, nach N wenigstens ziemlich weitreichenden Puitalüberschiebung zu diskutieren, bis nicht Ampferer, der in seiner letzten Veröffentlichung noch die gegenteilige Ansicht vertritt oder ein anderer zwingende Gegengründe gebracht hat.

Nur ein bisher unbetont gebliebenes, sehr starkes Argument sei hier herausgehoben: die auffallende und anderweitig nicht hinreichend erklärbare Tatsache, daß das Einfallen ihrer Triasschichten sich gleichzeitig an den Westenden sowohl der Gehrenspitzen als auch des Öfelekopfes (in Höhe von Punkt 1860 unterhalb des Karlsjoches) ändert. Diese Änderung vollzieht also auf einer nord-südlich verlaufenden Linie und es spricht stark für die tektonische Einheit der Leutaschscholle, daß gerade auf dieser Linie sich der Anschluß des NS verlaufenden Dreitorspitzquerzuges nach N vollzieht.

Daß die steile Auffaltung der Jurakreidemulde nicht zufällig gerade an dieser Linie beginnt, ist weit unter als Erklärungsmoment verwertet.

Das Puitalpfenster beweist unter anderem für die Triasdecke, daß im N wohl gewisse Störungen die Erhebung des Muschelkalkes am Sölllerpaß verursacht haben, für die es im S (Gehrenspitzen) kein Gegenbeispiel gibt, für das überfahrene Gebiet, daß die ziemlich flach (vgl. 4, pag. 542) gelagerten Neokomschichten durch den Überschiebungsvorgang nur gepreßt und gequält<sup>2)</sup>, aber nicht gefaltet wurden.

Nirgendwo in der ganzen Umgebung sind uns so wenig gefaltete Neokomschichten bekannt, selbst die Bichelbacher (Jura) Mulde scheint stärkere Aufrichtungen zu zeigen. Diese Tatsache muß um so mehr überraschen und von einem um so höheren Erkenntniswert sein, als wir uns ja hier mitten in einem Gebiete gewaltiger Gebirgsaufrichtung befinden.

Unter dem Öfelekopfmassiv sind noch kleine Partien von Aptychenkalken an der Sohle der Decke aufgeschlossen und zum Teil ins Neokom eingepreßt. Die Reissche Karte gibt sie nicht an. Wenn ich nicht irre, machte Schlagintweit mündlich mich auf sie aufmerksam. Der Augenschein überzeugte mich davon, daß hier nicht etwa die aufgebogenen Ränder der unter dem Neokom liegenden Malmes vorliegen, wie im W des Scharnitzjoches, sondern gequälte Schubsetzen wie am Scharnitzer Bleibergwerk, Brunnensteineck, an den Ochsenhütten etc.

<sup>1)</sup> Bisweilen gebraucht Ampferer (4, pag. 550) den Ausdruck Wettersteinkamm, der, weil mißverständlich, besser vermieden würde.

Man unterscheidet den Wettersteinwandzug im O vom Hochwannerzuge im W [= Südabbruch oder Südkette des Wettersteingebirges], letzteren wiederum vom Öfelekopfszuge, seiner östlichen Fortsetzung über die Scharnitzspitze.

<sup>2)</sup> Die Schichtenverknitterung ist unter dem Öfelekopfabbruch besonders stark; sie mag hier auf örtliche Sonderbewegungen zurückführbar sein.

Wer, wie der Verfasser, im Puitental ein Erosionsfenster sieht, muß auch annehmen, daß der Erosion tektonisch vorgearbeitet war.

Daß Längsverwerfungen (nur solche können in Betracht kommen) die Leutaschscholle zerlegen, ist schon in pag. 37 bemerkt, wo diejenige nördlich des Arnspitzgipfels besprochen ist.

Gerade weil sie auf die von Reis auch eingezeichnete, durch den Südbuch des Öfelekopfes gehende (heute) zuläuft, möchte ich beide in Berücksichtigung der jungen Leutaschtalverwerfung (pag. 42) nicht verbinden, sondern halte sie eher für identisch mit der Puitalverwerfung.

Die Öfelekopfverwerfung mag etwas nördlicher durchs Arnspitzenmassiv setzen und heute vielleicht nicht erschlossen sein. „Es ist sehr wahrscheinlich, daß in den mächtigen Kalkmassen vielfach kleinere Störungen durchlaufen, doch vermögen sie nicht den einheitlichen Bauplan zu ändern.“ (Ampferer 4, pag. 455.) Es wäre aber auch möglich, daß die Öfelekopfstörung dem östlichen Leutaschtal eigentümlich wäre und zum Ausgleich von — während des Schubes über eine ungleich konfigurierte Oberfläche entstandenen — Spannungen diene.

Heute sehen wir im Puitalfenster die nördliche Decke nach N, die südliche nach S fallen: es bietet sich uns das Bild eines in seinem First gebrochenen Sattels, in dem die Erosion natürlich leicht einsetzen konnte.

Hierbei ist es ganz gleich, ob der Sattel schon während der Schubphase in der Leutaschscholle ganz oder teilweise vorhanden war oder nicht. Es wäre nämlich möglich, daß die starke Hebung des Neokoms am Westende des Puitalfensters eine Folgeerscheinung der starken Emporfaltung der Jurakreidemulde westlich des Karlsjoch war, eine Erscheinung, die unter dem Druck der Leutaschschollen-Trias rasch gegen O hin abgenommen haben müßte.

[Immerhin ist sie leicht vorstellbar; denn die Decke war, wie wir unten sehen werden, schon vor der Hebung zerrissen.]

Die völlige Abtragung der Decke wird aber erst durch die Berücksichtigung des ungleichen Schicksals verständlich, das wie wir sehen werden, den Öfelekopf einer- und die Gehrenspitzen anderseits traf. Es führte mit Notwendigkeit schon vor der Hebung zu einer völligen Zerstörung ihres beiderseitigen Verbandes.

Einmal ist es durch die von Schlagintweit übersehene Erhebung des Muschelkalkes am Sölllerpaß, der gerade ein Verschwinden an den Gehrenspitzen gegenübersteht, charakterisiert.

Diese Erhebung ist nur als Stauungserscheinung bei Ostschub zu deuten; die Gehrenspitzen sind nicht aufgepreßt.

Was sind die Gründe hierfür? Sie liegen wohl in der verschiedenen Beschaffenheit des Vorlandes, auf das diese beiden Teile der Leutaschscholle stießen.

Die Gehrenspitze im S traf auf die Vorbergscholle, das Öfelekopfmassiv im N auf Wettersteinkalkmassen, die zur Hauptwettersteinmasse gehören.

Während die Gehrenspitze keine Stauung erfuhr — die ihr vorgelagerte Vorbergscholle <sup>1)</sup> zerbrach — mußte sich das Öfelekopfmassiv stauen: auf Widerstand der westlichen Hauptwetterscholle, der durch die dazwischenliegende Zwischenscholle vermittelt wurde.

Vor ihrem Stirnrande haben sich sehr komplizierte, an verschiedenen Stellen dargestellte Vorgänge <sup>2)</sup> in der Zwischenscholle abgespielt.

### E. Die Leutaschscholle.

Einen ursprünglichen Zusammenhang von Gehrenspitzen und Öfelekopf mit dem Arnspitzenmassiv nahmen Reis und Schlagintweit bereits an. Neu ist nur die Hinzuziehung des Wettersteinwand-Dreiterspitzenzuges.

Die Absonderung einer Leutaschscholle schließt die Annahme ein, daß ihr nördlicher Wettersteinkalk (des Wettersteinwandzuges) und der diesem benachbarte der östlichen Hauptwettersteinscholle ungleichwertig sind, wogegen keine gegenteiligen Tatsachen bekannt sind.

Damit erklärt sich die geringe Höhe des Grünkopfbzuges im Verhältnis zum Wettersteinwandzug von selbst und zum erstenmal, während alle früheren Auffassungsvorschläge versagten.

### Die Grenzen und der Schichtbestand der Leutaschscholle.

Da wir mit Ampferer und Reis (s. oben) ein Fortsetzen der Karwendelüberschiebung nach W durch die Leutaschscholle angenommen haben, so können wir in ihr nur einen westlichen Teil der vorderen Karwendelschubmasse erblicken.

Die heutige Ostgrenze der Leutaschscholle gegen das Isartal wäre demnach als das Resultat der in diesem besonders kräftig wirkenden Erosion anzusehen.

Bis zum Wettersteinwandzug ist ihre NO-Grenze schon oben verfolgt worden. Die N-, genauer NNW-Grenze scheint am Nordabbruch dieses Zuges zu liegen, und zwar wird unter den vor ihm hinziehenden zahlreichen, später noch eingehend zu besprechenden <sup>3)</sup> Störungslinien wohl die südlichste, orographisch höchste den eigentlichen NNW-Rand der Scholle bezeichnen. (Die Raibler Schichten sind sämtlich zur vorgelagerten östlichen Hauptwettersteinscholle zu stellen.)

Wie schon gesagt, ist ihre Westgrenze ein zunächst maskierter Stirnrand, der westlich vor dem Querzug der beiden Dreitorspitzen liegen mag, weiter nach S hin jedoch tadellos durch die Einfallensumkehr an den Westenden des Öfelekopfbzuges der (Scharnitzspitze) und der Gehrenspitze aufgeschlossen ist.

<sup>1)</sup> Schon Ampferer und Reis haben das Zerbrechen der Vorbergscholle auf Ostdruck zurückgeführt.

Ob die Querstellung der jungen Mulde vor dem Issentalköpffkomplex eine Folge des Ostschubes der Gehrenspitzen oder des Südfügels ist, wird pag. 77 erwogen.

<sup>2)</sup> Vgl. pag. 60 und pag. 75.

<sup>3)</sup> Über diesen letzteren möge man den Abschnitt, in dem die Verhältnisse um den Schachen dargestellt sind, vergleichen (pag. 57 ff.).

Die Südgrenze der Leutaschscholle ist im Gegensatz zur West- und wohl nur teilweise zur Nordgrenze eine steile. Wir haben sie schon vom Scharnitzer Bleibergwerk bis Ahren an der Leutasch verfolgt. Jenseits dieser Ache ist sie durch den freilich schlecht aufgeschlossenen Gegensatz von Wettersteinkalk und Hauptdolomit gekennzeichnet.

Da sie weit nach W hin als Grenze zwischen der Vorbergscholle im N und der Gaistalmulde (Mieminger Scholle) im S bis zur Pestkapelle fortsetzt (vgl. pag. 65), so kann geschlossen werden, daß die Mieminger Scholle noch westwärts bewegt wurde, als die Leutascher schon zum Stillstand gekommen war. Denn die Nordgrenze der Mieminger Scholle ist die längste der ostwestlichen Verschiebungslinien und bis auf untergeordnete Querverwerfungen vollkommen intakt.

Die Länge der Leutaschscholle beträgt zirka 10 km, die Breite zirka 5 km. Ihre Tiefe ist nicht sicher zu fixieren, sie war vielleicht vom Anfang an ungleich (vgl. die schräge Abscherungsfläche unten pag. 53). Die durchschnittliche Mächtigkeit des Muschelkalkes ist mit 200—250 m wohl nicht zu hoch angesetzt, die des Wettersteinkalkes, zumal da hangende Raibler fehlen, nur zu schätzen (500—700 m). Danach hätte man mit einer (heutigen) Gesamtmächtigkeit von 700 bis 950 m zu rechnen.

Die Verteilung von Muschelkalk und Wettersteinkalk erscheint zunächst als unregelmäßig.

Im Arnspitzenmassiv <sup>1)</sup> überwiegt der Wettersteinkalk bei weitem, nur im NO streicht unter dem Achterkopf noch Muschelkalk heraus. Im kleinen besteht hier noch die Schichtverteilung des Vorderen Karwendelzuges.

Im W der Leutasch dagegen ist längs des Leutaschtales ein nach SW freilich schwächer werdender Muschelkalkstreifen überall aufgeschlossen, über dem der Wettersteinkalk folgt.

Die Beziehungen zwischen dieser Verteilung des Muschelkalkes und den Erhebungen der beiden von ihr überfahrenen Schollen (siehe unten) sind augenfällig.

Der [teils sehr gut aufgeschlossene] Sockel der Schubmasse läßt im Puitental erkennen, daß der unterlagernde Muschelkalk von N (NO) nach SW an Mächtigkeit verliert.

Auf der Nordseite ist er überall aufgeschlossen, an der Südseite nur im W unterhalb 1600 m; daß er im O durch Schutt verdeckt sei, ist unwahrscheinlich.

Diese Verteilung zeugt für eine ungleichmäßige Abscherung der Leutaschscholle von ihrer natürlichen Unterlage.

Der Muschel- und der Wettersteinkalk fallen an der Südseite des Wettersteinwandzuges meist nach NW, doch sind Abweichungen

<sup>1)</sup> Über den Bau des Arnspitzenmassivs vergleiche man Ampferers anschauliche Schilderungen (4, pag. 452 ff). Es sei auf eine kleine Inkongruenz hingewiesen. Ampferer betont lebhaft die konkordante Schichtfolge von Muschelkalk und Wettersteinkalk zwischen Schartenkopf und Achterkopf (Arnspitzenkamm), zeichnet aber zwischen beiden an der allein kolorierten nordwestlichen Hangseite eine Dislokation ein (die bei Reis dort fehlt, aber auf der bei Ampferer nicht-kolorierten östlichen dafür sich findet). (27 und 2.)

wie das widersinnige Einfallen der unteren Lagen über Unterleutasch häufig. Gegenüber der Kirche ist in dem Muschelkalk sogar ein kleiner Fleck Wettersteinkalk eingemuldet. [Bezüglich der Partnachschichten der Fleckalpe siehe oben.]

In der Gipfelregion des Wettersteinwandzuges überwiegt saigere Stellung, doch ist ein nördliches und südliches steiles Fallen nicht selten. Vielleicht sind auch hier lokale Mulden anzunehmen und als Folgen des stauenden Schubes zu erklären, womit zugleich ein Argument für die übergroße Anhäufung des Wettersteinkalkes gefunden wäre.

### Der Untergrund der Leutaschscholle.

Im SW ist sie flach auf die (Jura-) Kreidemulde des Puitentales geschoben, die im Zentrum der Leutaschscholle, am Puiten- und Bergtalausgang bei 1200 m, noch aus dem Schutt herauslugt. Trotzdem an der östlichen Leutaschtalseite die Aufschlüsse um über 100 m tiefer reichen, tritt diese Basis nirgends mehr zutage, was mit Schlagintweit als ein Zeichen für das energische Absinken der Schubfläche nach O aufgefaßt werden mag, zu dem noch ein Absinken der Arnspitzenseite und eine Querverschiebung nach N hinzutritt.

Dagegen ist es fraglich, ob die Mulde am Westende sich schon zur Zeit der Leutaschschollenschubphase zu solchen Höhen, wie heute erhob. Diese extreme Erhebung scheint erst später im Zusammenhang mit der intensiven Auffaltung westlich des Karlsjoches erfolgt zu sein <sup>1)</sup>. Immerhin mag mit einem wenn auch minderen Ansteigen der Schubfläche nach  $\odot$  schon während der Schubphase gerechnet werden.

Im NO lagert die Leutaschscholle der östlichen Hauptwettersteinscholle auf, und zwar — an der Wildsteigkopfüberschiebung lokal wenigstens — ziemlich flach. Diese Basis sinkt von O, wo sie unter der Vorderen Karwendelüberschiebung erhebliche Meereshöhen noch einnimmt, gegen W immer mehr ab.

Doch ist es schwer, auf ihre Konfiguration vor der Schubphase der Leutaschscholle — und es wäre nötig, diese festzustellen, um damit die Anomalien der Leutaschscholle zu beleuchten — aus ihrer heutigen Gestalt zu schließen, da diese sicherlich in höchstem Maße durch den Schub der Vorderen Karwendel- und der Leutaschschollenüberschiebung beeinflußt wurde.

Eher gelangen wir zum Ziele, wenn wir berücksichtigen, daß die südlichen Randteile der östlichen Wettersteinscholle ursprünglich ebenso aufgebogen waren, wie es die relativ weniger gestörten Teile dieser und der westlichen (Plattmulde) noch heute sind (vgl. pag. 59 u. 61) und daß der „mittlere“ Zug allmählich nach O niedriger wurde. Wie waren die primären Grenzen zwischen der östlichen Wettersteinmulde und der Scholle junger Schichten beschaffen? Das ist nicht mehr mit Sicherheit anzugeben, da das Zentrum der Leutaschscholle sich ja gerade hierüber geschoben hat; wahrscheinlich lag hier eine Depression, in welche, falls ein größerer Zwischenraum zwischen den einzelnen Schub-

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 51 und pag. 70 ff.

phasen lag, eine Urpartnach, wie an anderer Stelle erwähnt, hatte entwässern müssen.

Auch wenn die heutige Erhebung des Neokoms am Westende des Puitentales größtenteils erst während und nach Leutaschschollenbewegung bewirkt wurde, so bestand wahrscheinlich doch bereits eine Art Hohlform, über die die Leutaschscholle hinweg mußte: eine Wanne, deren Achse in der Tiefe etwa O—W oder SO—NW strich.

Daß eine über einen so konfigurierten Untergrund geschobene Scholle zerbrechen mußte und der Erosion geringen Widerstand leisten konnte (Puitenthalbfenster und Leutaschtal) ist sicher.

Den Brüchen bei der Anpassung an die Unterlage sind wohl die zahlreichen, etwa NS verlaufenden Verwerfungen des Wettersteinwanzuges zuzurechnen; ob dagegen die oben erwähnten Anomalien, z. B. der Feldalp mit Resten der Tektonik der Leutaschscholle vor dem Schube in Verbindung zu bringen sind, kann unentschieden bleiben.

### Aus welcher Richtung kam die Leutaschscholle?

Da wir in ihr einen westlichen Teil der Vorderen Karwendelüberschiebung sehen, so könnte ebensogut nach deren Schubrichtung gefragt werden.

Ampferer und Rothpletz beantworten sie verschieden; ersterer läßt sie gemäß ihrem Schubflächenwinkel aus S kommen, letzterer weist (15, pag. 200) nach, daß sie — theoretisch genau so leicht — von O gekommen sein kann. Aus der Vorderen Karwendelschubmasse sind keine Schubstreifen bekannt geworden; an der Basis der Leutaschscholle fand <sup>1)</sup> ich im Puitental, wo sie unter dem Muschelkalke des Öfelekopfes oft so prächtig aufgeschlossen ist, jene

liegenden ostwestlichen Schubstreifen,  
die ein Beweismittel sind.

Die Neigungswinkel der Schubflächen können ja — wie oft und von vielen Seiten betont wurde — über die Schubrichtung keine Aufklärung geben, in unserem Falle natürlich um so weniger, als ja die Neigungswinkel der Leutaschscholle im NO und in SW fast aufeinander senkrecht stehen.

Gerade dort, wo die Schubfläche der Leutaschscholle nach S (genauer SSW) fällt, im Gebiete der Hohen Kranzbergscholle, war das Vorland schon vor dem Schube in Falten gelegt, die senkrecht dazu strichen. (Longitudinale Faltung der Hauptwettersteinscholle.)

Darum kann, wenn man auch die Steilerstellung des Südflügels der Wettersteinscholle als Folge des Schubes der Leutaschscholle an-

<sup>1)</sup> Die Teilnehmer der auf pag. 38, Anm. 1 schon erwähnten Schlußexkursion hatten Gelegenheit, sich von den Schubstreifen zu überzeugen. Sie finden sich in der äußersten Tiefe der Höhlungen (Guffeln) unter der überhängenden Triaswand, deren Neokom-usw.-Unterlage weggewittert ist. Man besucht sie auf einem von dem waldlosen Almboden der Puitalp bei zirka 1610 m zunächst nach der großen Schuttreiße nord- und abwärtsführenden Pfade. Steigt man diese herauf, so gelangt man rasch zu diesem weithin sichtbaren Anschlusse, zu dem Herr Dr. Schlagintweit die Exkursion führte. Im Sommer 1913 waren sie in den westlichsten Guffeln gerade am deutlichsten.

sehen will, daraus kein Argument gerade für den **Südschub** gewonnen werden. Denn jeder — gleichviel wie gerichtete — Schub (außer den nicht in Betracht kommenden Schüben von NW, N und NO) muß in einem aus so starren Massen (wie Wettersteinkalk) bestehenden Komplex bis zu einem gewissen Grade gleichsinnig mit der schon herrschenden Faltung gewirkt haben.

Gegen einen Südschub, **für einen Schub von Osten** zeugt, daß gegen W, gegen das Schachengebiet<sup>1)</sup> hin, Zerreißen und Verschiebungen der abgerissenen Teile die (sekundären) Falten immer mehr ablösen.

Für einen Ostschub<sup>2)</sup> sprechen ferner folgende Gründe:

Die im Puitalphalbfenster aufgeschlossenen jungen Schichten sind trotz ostwestlichen Streichens, trotzdem sie [durch Überfahung] in höchstem Maße tektonisch beansprucht sind, nur schwach gefaltet: sobald sie aber — jenseits des Karlsjochs — aus der Leutaschschollen-decke heraustreten, sind höchstmöglich gefaltet.

Wäre die Leutaschscholle von S geschoben, so hätte sie diese widerstandsunfähigen Neokomschichten sehr stark falten müssen, so stark wie diese im W gefaltet sind — und weit leichter als die Raibler-, vor allem aber als die Wettersteinkalkschichten des mittleren Zuges.

Nur bei Annahme eines mit dem ursprünglichen OW-Streichen der Neokommulde gleichgerichteten Schubes der Leutaschscholle ist die geringe Auffaltung des Neokoms verständlich.

Auch Reis und Ampferer erklären die Störungen der Vorbergzone durch Druck von O, der nur durch die Leutaschscholle ausgeübt sein kann. (Vgl. pag. 51.)

Das gleiche gilt für die durch Längsdruck flach wurzellos abgespaltene Zwischenscholle von der Scharnitzspitze bis zum (Zugspitz-) Gatterl. (Vgl. pag. 60 ff.)

Der Dreitorspitzenzug bildet einen deutlichen Stirnrand, der der Urpartnach vielleicht ihren natürlichen Abfluß nach O verlegte und sie zur Entwässerung nach N — zur Anlage eines Durchbruchtales, das tektonisch vorbereitet gewesen sein mag — zwang.

Während, wie wir oben sahen, die südliche Grenze der Leutaschscholle eine steilstehende Bewegungslinie ist, an der die Mieminger Scholle auch noch nach der Verankerung der ersteren weiter westwärts glitt, während im Puitental und am Wildsteigkopf die Überschiebung eine mäßig geneigte ist, so wird sowohl am Stirnrande im W, als auch im eigentlichen NNW das tektonische Bild dadurch unklar, daß Wettersteinkalk auf Wettersteinkalk<sup>3)</sup> zu liegen kam.

<sup>1)</sup> Näheres siehe pag. 59 ff.

<sup>2)</sup> Vielleicht war es kein reiner Ostschub, sondern ein Schub von OSO.

<sup>3)</sup> Wo immer im Gebiete des Wettersteinkalkes zwei Schollen dieses Gesteins aufeinander liegen, werden wir — zumal er häufig nur undeutlich, oft gar nicht gebankt ist — solange Wahrscheinlichkeitsurteile gelten lassen müssen, als es nicht gelingt, diese Massen von oft 800 und mehr Metern Mächtigkeit zu gliedern, was noch vorderhand ausgeschlossen erscheint.



Am Nordrand haben wir vielleicht gleichfalls mit einer flachen Überschiebung zu rechnen, vielleicht aber auch mit einer steilen Stellung, die veranlaßt wäre durch den Widerstand des nach W gleichmäßig an Höhe gewinnenden „mittleren Zuges“.

[„Theoretisch verlangt meine Auffassung des Vorganges“, so sagt Rothpletz in 15, pag. 201 von der Vorderen Karwendelüberschiebung, „daß im allgemeinen die Schubfläche sich sowohl nach der Tiefe immer steiler stelle, als auch da, wo eben der nachbarliche Widerstand ein größerer war“.]

### Die Halbdiaagonalstellung der Leutaschscholle.

Während Diagonalstellungen im kleinen (nach Reis) nicht selten sind, so weichen die Hauptschollen doch nur wenig von der OW-Richtung ab. Die Halbdiaagonalstellung der Leutaschscholle, der NNW-Verlauf des sie beherrschenden Wettersteinwandzuges bedarf daher einer Erklärung.

Offensichtlich steht sie mit dem Baue der nordöstlich vorgelegerten Zone der Raibler Längsschöllchen in engem Zusammenhange. Beide sind bei Annahme eines Ostschubes am leichtesten verständlich.

Die Leutaschscholle kam von O [vielleicht von OSO], wie es Rothpletz für die vordere Karwendelüberschiebung annimmt, fand zunächst keine Hindernisse vor, die nicht leicht zu überfahren gewesen wären (Würzberggewölbe) oder richtete das sich entgegengesetzte Ostende des „mittleren“ Zuges auf. An dessen nach W hin ansteigender Kette fand sie härteren Widerstand, spaltete vom Vorland die nachher in ein Dreieck<sup>1)</sup> zusammengeschobenen Raibler Längsschollen nacheinander ab, mußte sich dann aber verbiegen (ungerader Kammverlauf) und die ursprüngliche Richtung aufgeben.

Die Veränderungen, die der Schub der Leutaschscholle im W, in den vor seinem Stirnrande gelegenen Gebieten hervorrief, sind auf pag. 60 und 68 ff. besprochen.

### F. Das Schachengebiet.

Leider bespricht Reis die in den vorigen Kapiteln behandelten Gebiete so knapp, daß seine Stellung zu einzelnen Problemen unsicher bleibt.

Dagegen widmet er dem Schachengebiete etwas eingehendere Ausführungen, denen wir — abgesehen von den aus der abweichenden Scholleneinteilung sich ergebenden Konsequenzen — im ganzen zustimmen (1, pag. 90 und 97, 98).

Er schildert, wie am Jägersteig und an der Südwestecke des Schachenplateaus je eine flach südeinfallende Überschiebung von Wettersteinkalk über Hauptdolomit und Raibler Schichten auftritt; beide lassen sich nach O (die letztere weit bis zum Zirbelkopf) verfolgen; nordfallende Überschiebungslinien kleineren Ausmaßes sollen auch nicht selten sein.

<sup>1)</sup> Vgl. das Kärtchen auf pag. 48.

Außer diesen flachfallenden Überschiebungen ist am Teufels-  
gesäß „eine steile, die Überschiebungen scheinbar begleitende, vertikale  
Schubfläche bloßgelegt, welche liegende Schubstreifen hat. Die Fläche  
streicht NO bis SW (also etwa parallel dem Wettersteinwandzuge,  
d. Verf.). Hieraus ist auch einerseits das ausgeprägte Bild vertikal  
übereinander geordneter Schuppen, anderseits durch einander ent-  
gegengesetzte Bewegungen auch das Auftreten so schmaler Einbrüche  
wie am Schachensee verständlicher“.

Ganz ähnliches soll auch für den südlichsten Raiblerzug Fau-  
enalp—Hirschbühl, „was die Anzeichen kleiner Schubwirkungen betrifft“,  
gelten.

Es ist am einfachsten, mit der Besprechung des Schachen-  
gebietes im O zu beginnen, wo am Lauter- und Ferchensee Raibler  
Schichten <sup>1)</sup> und Wettersteinkalk unter dem Hohen Kranzbergdolomit  
der östlichen Hauptwettersteinscholle konkordant zutage streichen.

Der Nordrand der Leutaschscholle ist hier noch über 1·5 km  
entfernt. Wir befinden uns hier im Gebiete der schon oben besprochenen  
Blattverschiebungen.

Diesen Raibler Zug können wir — westlich von der letzten und be-  
deutendsten Blattverschiebung — nach einigen Unterbrechungen durch  
Gehängeschutt über den „Schützensteig“ zur Quelle [w. s. w. der Wind-  
fallhütte] verfolgen und finden ihn am flachen Bergrücken westlich des  
Kämitales, an der Schwarzen Leine und über dem Keilschrofen  
wieder. Weiterhin fehlt er am Jägersteig, wo dafür (vgl. pag. 57)  
Wettersteinkalk flach von S sofort den Hauptdolomit überschiebt: eine  
Überschiebung, die sich nach O zu am Steilenberg und der Schwarzen  
Leine [wo sich die Raibler, wie gesagt, normal wieder einstellen]  
deutlich, aber mit steilerem Einfallen fortsetzt (Reis, l. c.,  
pag. 90).

Der orographisch über, tektonisch unter dem ersten Raibler  
Zuge liegende Wettersteinkalk scheint am Kämikopf und Zirbelkopf  
mit ihm in normalem Verbande zu stehen; freilich ist ihr Kontakt  
nicht aufgeschlossen.

Außer diesem ersten bemerkt man einen zweiten, süd-  
licheren, der vom Gamsanger unter der Oberwettersteinspitze über  
den Zirbelkopf (SW-Seite) und die Kämialpe hinzieht und meist aus  
Raibler Sandsteinen besteht, ferner noch weiter gegen S einen  
dritten vom Kämitor bis zum Schachentor und schließlich einen  
vierten in höchster und südlichster Lage an der Frauenalpe unter  
dem Nordabbruche des Musterstein-Dreiterspitzgrates.

Diese nur teilweise durch eingeschalteten Wettersteinkalk ge-  
trennten Züge setzen sich nicht über das Partnachtal nach W fort;  
dort fehlt es an einigermaßen ähnlichen Parallelercheinungen.

Die im folgenden vorgeschlagene Deutung dieser Erscheinungen rechnet  
damit, daß alle Raibler Schichten hier der östlichen Hauptwettersteinscholle an-  
gehören (vgl. pag. 43), da Raibler Schichten, wenn wir von den weit abliegenden  
Mieminger und Vorbergschollen absehen, allein in ihr aufgefunden wurden.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 42.

Die steilen, mit liegenden Schubstreifen versehenen Schubflächen sind von ungleich größerem Erkenntniswerte für die Entstehung des Gebirges als die flach [nördlich oder südlich] fallenden, die einen lokalen Sonderfall<sup>1)</sup>, bedingt durch den Vorstoß der Leutaschscholle und die größere Höhenlage des südlichen Wettersteinwandgebietes etc., bilden.

Die Richtung dieser langen und schmalen Parallelzüge<sup>2)</sup> — im O sind es zwei, im W drei bis vier —, die meist durch steile Schubflächen begrenzt werden, ist weiterhin für die Auffassung wichtig<sup>3)</sup>.

Für die nördlicheren ist noch die Richtung der Hohen Kranzbergsscholle maßgebend, im südlichsten herrscht schon die des Wettersteinwandzuges und damit der Leutaschscholle: die mittleren sind allzu stark gestört.

Innerhalb dieser Parallelschöllchen bemerkt man öfters größere und kleinere, offenere und engere Muldchen, die um so ausgesprochener werden, je näher sie dem Wettersteinwandzuge liegen (Frauenalpe, Gamsanger).

Daraus wird wahrscheinlich, daß die Leutaschscholle am Nordfuß des Wettersteinwandzuges noch südlich des südlichsten Raibler Schöllchens endet, daß die Südgrenze des ungestörten Verbandes der östlichen Hauptwettersteinscholle erst südlich des nördlichsten Raibler- und Wettersteinkalkzuges beginnt.

Sicher ist, daß die Störungen und die Zahl der Züge von O nach W zunehmen: denn deren Vermehrung beginnt gerade dort, wo die Leutaschscholle mit der Wettersteinspitze in die unmittelbare Nähe der Raibler Zone tritt: wo die Kammzüge (vgl. pag. 46) sich gabeln: wo die sonst aller Orten herrschende OW-Richtung teilweise verlassen wird. Diese Erscheinungen verschwinden in der Höhe des Partnachtales, denn dort erreicht auch mit dem quergestellten Stirnrand der beiden Dreitorspitzen die Leutaschscholle ihr Westende.

Unbeschadet der später folgenden Erwägungen kann ferner hier gefolgert werden, daß die Anordnung der mehrfachen Raibler- und Wettersteinkalkzüge in schmale longitudinal streichende Schollen, deren Randklüfte liegende Schubstreifen zeigen, auf eine gleichfalls longitudinale Bewegungsrichtung hinweist.

Da die Verhältnisse im O (am Ferchensee) und im W (jenseits der Partnach) in der östlichen Wettersteinscholle heute noch einfacher sind als im Schachengebiet, so ist es wohl zulässig, aus dem Mittel zwischen beiden das ungefähre Bild zu rekonstruieren (vgl. pag. 44), daß vor Eintritt der Störungen der jüngeren Schubphase (vor dem Heranrücken der Leutaschscholle) bestanden haben mag.

Im Westen zeigt die Reissche Karte im Gebiete der Bodenlähnemulde zwischen Stuibwald—Stuibenspitze und Partnachsüdnordlauf weite Flächen von Raibler Schichten. (Die flächenhafte Verbreitung ist hier eine so große, weil die Neigung des Geländes mit der der Schichtung ziemlich zusammenfällt. Die Schichten dieser S-Flanke der Bodenlähnemulde stehen keineswegs steil.)

<sup>1)</sup> Nach Reis.

<sup>2)</sup> Parallel ist nicht allzu eng zu fassen, sie ist nur fast parallel.

<sup>3)</sup> Darum habe ich im Profil 3 und 4 der Profiltafel die unwichtigen Überschiebungen fortgelassen.

Im Osten ist der Muldenkern des Kranzbergs schwach gefaltet, nur der Muldenrand steil aufgerichtet (saigere Raibler<sup>1)</sup> etc.). Diese Aufrichtung ist aber möglicherweise eine Folge der Wildsteigkopfüberschiebung, der Stauung vor der nur noch 1·5 km entfernten Leutaschscholle. (Näheres pag. 55/56.)

Für die geringe Intensität der Faltung(en) vor der Schubphase spricht das große Areal des Hauptdolomits im N mit seinen lokalen Sattelungen. Ähnliche zeigt der Wettersteinkalk nicht nur am Würzberggewölbe, sondern auch zwischen Wasserfall und Gamsanger, nahe der Leutaschscholle.

Hieraus folgt, daß im westlichen (Schachen) Gebiete ursprünglich, wenn wir aus den Lagerungsverhältnissen östlich und westlich der Hauptstörungszone ein Bild der vormaligen Verhältnisse machen, wohl eine durch die Gleichsinnigkeit von Böschungs- und Fallwinkel begünstigte weite flächenhafte Ausdehnung der Raibler Schichten vorhanden war; sie mag nur wenig der heutigen — westlich der Partnach — nachgestanden haben. Damit ist eine Erklärung für die heute bei weitgehender Zerstückelung noch so große Verbreitung von Raibler Schichten im Schachengebiet gefunden.

Im östlichen Gebiete ist wohl ursprünglich durchweg eine so schwache Faltung verbreitet gewesen, wie sie heute noch die unberührteren Kernteile und die Raibler im N zeigen. Daß die für dieses Gebiet so charakteristischen Lokalmulden erst durch die Stauungen beim Zusammenstoß von Leutaschscholle und östlicher Hauptwettersteinscholle entstanden, wird dadurch wahrscheinlich, daß sie gerade längs der ersteren angeordnet sind.

## G. Die Zwischenscholle.

So bezeichne ich ein rechteckig begrenztes, morphologisch einheitliches Gebiet, dessen westlichster spitzester Winkel am Zugspitzgatterl liegt. Von hier reicht die längere Kathete entlang dem S-Abbruch des Hochwannerzuges bis zur Schüsselkarspitze und bildet mit dem Stirnrand der Leutaschscholle (Dreiterspitzzug) [= die kürzere Kathete] einen nach NW geöffneten annähernd rechten Winkel. Etwa in der Höhe des unteren Karbodens des Oberrheintals (15 bis 1600 m) zieht sich die Hypotenuse zum Zugspitzgatterl.

Das Westende der eigentlichen Leutaschscholle und den Beginn der Zwischenscholle bezeichnet die Umkehr im Einfallen der Trias an der Schüsselkarspitze. Hier hört das vom Söllerpaß an herrschende flache Nordfallen der Öfelekopftrias auf und der Muschelkalksockel verschwindet. Es wird durch ein sehr steiles Einfallen<sup>2)</sup> abgelöst, mit dem gleichörtlich das beispiellose Auftreten von Muschelkalk in den nach N geöffneten Karen (Oberreintal- und Schüsselkar) des Hochwannerzuges einsetzt.

In dieser Steilheit des Einfallens erkennen wir ein Charakteristikum der hohen Lagen der Zwischenscholle: es erhält sich durch

<sup>1)</sup> Die Raibler Schichten im Profil 1 der Profiltafel sind versehentlich nicht steil genug gezeichnet worden.

<sup>2)</sup> „Während ... am Öfelekopf und an der Leutascher Dreiterspitze flach nordfallende Muschelkalk- und Wettersteinkalkschichten die hohe Begrenzungswand der jungen Schichten aufbauen, zeigt diese vom Scharnitzjoch an bis gegen den Westabbruch des Wettersteingebirges sehr steile, oft saigere Schichtstellungen. Dieser Übergang zu steilerer Aufrichtung fällt zusammen mit dem Wechsel der Fallrichtung im westlichen Abschnitt der Gehrenspitzen.“ (Ampferer, 4, pag. 543.)

den ganzen Hochwannerzug und endet mit diesem am Zugspitzgatterl, wo diese auf die nur mäßig geneigten Schichten der Plattmulde der westlichen Hauptwettersteinscholle stößt. Der Gegensatz zwischen den intakten, wenig stark (NO) geneigten Wettersteinkalkschichten der Plattmulde und den steilgestellten, stark zertrümmerten der Zwischenscholle ist am „Gatterl“ gut zu beobachten; dort liegen zahlreiche Muschelkalkblöcke, die für einen westlichen Stirnrand in Anspruch genommen werden können.

Gegen S grenzt sie über 7·5 km gegen die Juraneokommulde. Von der WNW-Grenze [und der Liegendbegrenzung] wird unten Näheres gegeben werden.

Diese Scholle ist aus mehreren inhomogenen Stücken zusammengesetzt, deren Gemeinsames es ist, daß sie in der Schubphase von anderen Schollen abgespalten wurden, nunmehr wurzellos sind und von der Leutaschscholle vor sich hergeschoben in ihre heutige Lage gebracht wurden. Die Zerstückelung in ihrem Areal ist die größte, die im Wettersteingebiet beobachtet wurde und übertrifft wohl noch die des im vorigen Kapitel geschilderten Schöllchendreiecks am Schachen, mit dem sie viele Züge und manche Schicksale gemein hat.

Für ihre Entstehung ist vor allem der Ostschub der Leutaschscholle, speziell der des Öfelekkopfmassivs<sup>1)</sup> wichtig.

Doch ist die Bewegung, die zur Emporfaltung der ihr südlich unmittelbar benachbarten Jurakreidemulde führte, in ihr noch gleichfalls wirksam gewesen.

Der schon auf pag. 55 ff. besprochene Ostschub der Leutaschscholle äußert sich in der Zwischenscholle in zahlreichen Verwerfungsklüften<sup>2)</sup> mit Rutschstreifen von O nach W.

Diese Verwerfungsklüfte ziehen vielfach in die Trias [in spitzem Winkel zum Streichen des Gipfelzuges] hinein<sup>3)</sup> und stehen wohl in engstem Zusammenhange mit der durchgehends zu beobachtenden höchst auffälligen Tatsache<sup>4)</sup>, daß das Schichtfallen sich mit dem Gipfelzugstreichen in spitzem Winkel schneidet.

Schon innerhalb des Öfelekkopfmassivs sind (nach Schlagintweit) solche Klüfte mit Rutschstreifen zu bemerken. Dieser sagt: „Ihre Häufigkeit in dieser Gegend wird verständlich, wenn man sie als Zerrungs-, besser Pressungserscheinungen auffaßt, Folgen der Verbiegung der Schubmasse . . .“

Sie können nur durch Ostdruck, durch Ostschub hervorgerufen sein und finden durch die von Schlagintweit übersehene<sup>5)</sup> Emporpressung des Muschelkalkes am Sölllerpaß ihre Bestätigung.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 51f.

<sup>2)</sup> Von denen Ampferer eine der größten, die schön aufgeschlossen ist, in 7, pag. 206, Fig. 2 darstellt. „Jedenfalls“, sagt er dazu, „illustrieren diese Verhältnisse in ausgezeichneter Weise die Mitwirkung von starken ostwestlichen Verschiebungen, für die in der Arbeit von O. Reis so viele wertvolle andere Beweise gegeben wurden.“ (7, pag. 211.)

<sup>3)</sup> Schlagintweit 9, pag. 324

<sup>4)</sup> Auf die Reis aufmerksam macht.

<sup>5)</sup> Vgl. pag. 47, Anmerkung 1, und pag. 51.

Schlagintweit erwähnt diese Rutschstreifen des Öfelekkopfes, um zu beweisen, wie wenig Rutschflächen zu bedeuten haben! Das ist verkehrt; sie sind

In der Zwischenscholle herrscht Wettersteinkalk vor. Muschelkalk und Raibler finden sich nur in sehr kleinen Partien, doch ist ihr Vorkommen für die Gliederung der Scholle ausschlaggebend.

Ihre Unhomogenität ist zweifach: nach der Vertikalen und nach der Horizontalen.

Von O nach W stehen (in der oberen „Etage“, siehe unten) zwei fremdartige Bestandteile sehr verschiedener Größe einander gegenüber: ein östlicher, dessen Südabbruch ausschließlich von Wettersteinkalk gebildet wird und in welchem Muschelkalk nur in den nördlichen Karen austritt, und ein westlicher bis zum Gatterl, in dem am Südabbruche stets Muschelkalk den Wettersteinkalk unterteuft.

Eine tektonische Linie zwischen beiden schneidet den Kamm schräg von SO nach NW, sie zieht von dem östlichsten Muschelkalkvorkommen an der Südseite im westlichen Teil zum westlichen des östlichen Teiles an der Nordseite des Hochwannerzuges. Beide Muschelkalkvorkommen verlaufen hier über eine Strecke von etwa 700 m einander parallel.

Daß von oben nach unten (topographisch) verschiedene Bauglieder unterschieden werden müssen, lehrt schon der Blick auf die südliche Partnach (-Oberlauf) -Talwand [vom Stuiben und vom Aussichtspavillon am Königshaus des Schachen]. Man vergleiche die hier aufgenommenen höchst instruktive Photographie (bei Reis, 1, pag. 91).

Ohne weiteres sind trennbar (von oben nach unten):

1. Die schief zum Grat gestellten (schon oben erwähnten), meist steil NW fallenden Schichtkomplexe des Gipfelzuges;
2. darunter — an den nach N vorspringenden Quergraten schön aufgeschlossen — Komplexe mit vorwiegend saigerer Stellung, die gegen N zum Teil mit deutlicher Muldenbildung
3. einen tieferen — in Höhe der unteren Karböden liegenden — Komplex von nahezu horizontaler Lagerung überschieben.

Nur 1 und 2 sind zur Zwischenscholle gerechnet worden, 3 dagegen zur östlichen Hauptwettersteinscholle.

Darauf einzugehen, ob diese Einteilung zweckmäßig ist, lohnt nicht recht, da einmal die Einteilung ja nur die Übersicht erleichtern soll und in manchen Fällen zweifelhaft bleiben muß. Zum anderen kommt der Zwischenscholle nur eine untergeordnete Stellung zu und es wäre möglich gewesen, sie wie das Schöllchendreieck unselbständig zu lassen. Doch läßt sich dessen natürlicher Verband noch nachweisen, was für manche Teile der Zwischenscholle noch nicht gelungen ist.

Eine Lösung, die nur 1 als Zwischenscholle ablöst, 2 und 3 dagegen zur östlichen Hauptwettersteinscholle schlägt, hätte auch manche Vorzüge.

---

ein wichtiges Symptom für den Nachweis der Richtung der Schübe, wobei natürlich zu prüfen ist, inwieweit nur örtliche Erscheinungen vorliegen oder ob es sich, wie im Wettersteingebirge, um wichtige, allerorten gefundene handelt. So findet man sie am Brunnensteineck, an der Schubfläche der Leutaschscholle im Puitental, im Schachengebiet (1, pag. 91), in der Höllentalklamm etc. Dagegen fehlen südnördliche fast immer.

Schlagintweit kehrt (8, pag. 91, 92) die Sachlage gerade um.

Abgesehen von den Raiblern der Stuibenspitze findet man im oberen Partnachtal nur in 2 und 3 noch Raibler Schichten<sup>1)</sup>, und zwar in Vorkommen von geringem Umfange.

Sie stehen — nach der Reisschen Karte zu urteilen<sup>2)</sup> — mit dem jeweils sie unterlagernden Wettersteinkalke in ungestörtem Verbande. Nur an einer Stelle zeichnet Reis nördlich der Raibler Schichten eine Störungslinie ein.

Da, wie oben ausgeführt<sup>3)</sup>, Raibler Schichten aus der Leutaschscholle nicht bekannt sind, so ergibt sich ohne weiteres für die durch sie charakterisierten Teilstücke eine Herkunft aus Wettersteinscholle, und zwar wahrscheinlich aus der östlichen, wenn auch der Gedanke an die westliche, die sich ja gegen ONO herabsenkt und in der sie sich nach oben einstellen könnten, nicht unmöglich<sup>4)</sup> ist. Viel stärker weisen sie aber auf das Schöllchendreieck im O. Reis hat diesen Beziehungen in seinem Übersichtskärtchen Ausdruck verliehen.

Er nimmt an, „daß die westliche Fortsetzung der Überschiebung am Jägersteig als Längsbewegung durch das obere Partnachtal zieht und am Gatterl in einer diagonalen Verschiebung ausläuft“<sup>5)</sup>.

Das ist nicht direkt nachweisbar. Der ihr Streichen fortsetzende westöstliche Lauf der Partnach, durch deren Talsohle Reis diese tektonische Linie legt, entspricht zugleich dem Absinken der Plattmuldenachse, braucht also in keinem ursächlichen Zusammenhange mit der Störung zu stehen.

Die Verbindung der Störungen, die oberhalb des Zundernkopfes nach W in den großen und den kleinen Hundstall streichen, mit denen der Schachenalp und der Frauenalp ist jedenfalls sicherer, zumal die Strecke gering ist, welche durch Schutt und Latschen im Oberrheintal verdeckt ist. Ich möchte hier der von Reis in der Karte angedeuteten Lösung folgen.

Folgende Merkmale sind den Schollengebieten westlich und nördlich der Leutaschscholle eigentümlich:

1. das Vorkommen von langen, longitudinalgerichteten, dabei sehr schmalen Schöllchen;
2. diese sind:
  - a) (Normalfall) mit steilen Randspalten versehen, welche bisweilen
  - b) (Spezialfall) in flache Überschiebungen übergeben, eine Folge vom S-Druck.

<sup>1)</sup> Welche (nach Reis) von Dr. F. W. Pfaff untersucht wurden.

<sup>2)</sup> Verf. hat diese Plätze nicht besucht. Oft behinderte die Witterung die Untersuchung an Ort und Stelle, wie überhaupt der regenreiche Sommer 1912 das Arbeiten, zumal in größeren Höhenlagen, allzuoft nicht zuließ.

<sup>3)</sup> Vgl. pag. 52.

<sup>4)</sup> Ebenso schwer ist die Frage zu entscheiden, wie weit sich die westliche Hauptwettersteinscholle noch an der Bildung des südlichen Partnachgehanges beteiligt. Vielleicht geschieht dies mit den flacher fallenden Schichten östlich der Angerhütte. Daß die westliche Hauptwettersteinscholle das Liegende zum mindesten der westlichen Partien der Zwischenscholle bildet, steht außer Frage.

<sup>5)</sup> 1, pag. 98.

Im Gegensatz hierzu scheint in seinem Übersichtskärtchen angedeutet zu sein, daß sie durch eine Diagonalverwerfung abgeschnitten wird.

Die Folgen des Ostdruckes können von denen des Süddruckes unterschieden werden; ersterer ist der der westwärts vordringenden Leutaschscholle: er spaltete die schmalen Längsschollen von der östlichen Hauptwettersteinscholle ab und

α) schob<sup>1)</sup> sie teils vor sich her (Zwischenscholle),

β) teils drängte er sie in das spitzwinkelige Dreieck<sup>2)</sup> zusammen, das die Leutaschscholle heute mit den noch unzerstörten Teilen der östlichen Hauptwettersteinscholle bildet (Schollendreieck).

Während, wie wir sahen, die Bauteile der unteren Etagen mit der Schöllchenregion und damit der östlichen Hauptwettersteinscholle in organischem Zusammenhange stehen oder standen, haben wir für die Herkunft der oberen keine Anhaltspunkte. Das allein schon rechtfertigt die Abtrennung der Zwischenscholle.

Diese obersten Bauteile bestehen nur aus Wettersteinkalk, der einen schmalen Muschelkalksockel hat. Sie können nicht von der westlichen Wettersteinscholle stammen, da sie über Teilen der östlichen liegen, die diese überschiebt.

Die Umkehr im Einfallen an der Schüsselkarspitze, die erst durch die Gleichzeitigkeit der Umkehr an dem Westende der Gehrenspitze ihre richtige Beleuchtung erhält, beweist, daß sie, falls sie aus dem Zusammenhange der Leutaschscholle stammen sollten, dort abgerissen und in eine leidende Rolle gebracht wurden. Möglicherweise aber sind sie bereits in einer früheren Schubphase (im ganzen oder zum Teil) durch die Leutaschscholle irgendwo im O von einer vielleicht später überfahrenen Scholle abgerissen und vor sich hergeschoben worden. (Leitersteig- oder Würzberggölbe?)

Die horizontalen Bewegungen der Zwischenscholle mußten am Gatterl ein Ende finden, als sie auf die große Masse der Plattmulde trafen. Letztere sinkt nach ONO ab, wodurch die geringe Höhenlage des Wettersteinkalkes sowohl der Plattmulde als auch der Zwischenscholle eine Erklärung findet.

Zugleich ist das allmähliche Verjüngen der Zwischenscholle gegen W zur Erklärung der Gatterldepression heranzuziehen.

Letzten Endes ist auch hier die Ausbildung der heutigen, so extremen Verhältnisse mit der erst nach<sup>3)</sup> dem Ostschub der Zwischenscholle eintretenden lokalen Faltungsbewegung von S<sup>4)</sup> in Verbindung zu bringen.

Der Süddruck, der östlich der Frauenalp und des Dreitorspitzzuges auftritt, ist eine Folge der Raumverengung<sup>5)</sup>, die bei dem Ostschube der Mieminger Scholle durch das Zurückbleiben der Vorbergscholle entstand; er legte die Jurakreidemulde zwischen den Issen-

<sup>1)</sup> Und bildete damit zunächst die untere Etage der Zwischenscholle. Anfänglich lag wohl die heutige obere transversal neben der unteren und wurde erst zur Zeit der Aufrichtung und engen Faltenlegung der südlich benachbarten Jurakreidemulde auf diese geschoben.

<sup>2)</sup> Vgl. die Erläuterungen zu dem Übersichtskärtchen auf pag. 49. Die vier heute nebeneinander liegenden Längsschöllchen haben scheinbar durch Verkürzung die Zahlvermehrung erfahren, wofür die Ineinanderschiebung am Kämitor zeugt.

<sup>3)</sup> Oder ungefähr gleichzeitig, siehe pag. 73—76.

<sup>4)</sup> pag. 71.

<sup>5)</sup> Näheres vgl. pag. 84.



talköpfln und dem Scharnitzjoch in enge Falten und bewirkte (vgl. pag. 64, Anm. 1) die Überschiebungen des Hochwannerzuges.

Reis glaubt, daß diese Überschiebungen bei S-Druck um so leichter eintreten konnten, als ja das Gebirge von N nach S stufenweise ansteigt. Dies mag für den Wettersteinwandzug gelten, keinesfalls aber für den Hochwannerzug von der Scharnitzspitze bis zum Gatterl, denn dieser scheint seine Aufrichtung erst dem Süddrucke zu verdanken.

3. Auffallend ist die so oft wiederkehrende Dreieckform; nicht nur die Zwischenscholle und die Schollenregion sind dreieckig begrenzt, sondern deren Einzelschöllchen haben zumeist diese Gestalt; natürlich ist das kein Zufall, sondern die Folge davon, daß einmal die Achsen von Hauptwetterstein- und Leutaschscholle in einem spitzen Winkel zu einander stehen, daß die Bewegungsrichtung der Leutaschscholle keine rein longitudinale ist, daß die Plattmulde nach ONO absinkt und schließlich daß der S-Druck nach N überschob.

## H. Die Vorbergscholle.

### Ihre Grenzen.

[Ihre Grenze gegen W hängt von der Frage der Zurechnung des Issentalköpflkomplexes ab, die [vgl. pag. 77 und pag. 82] nicht mit Sicherheit entschieden werden kann.

Rechnet man die Issentalköpfl zur Vorbergscholle hinzu, so liegt deren Westgrenze östlich der quergestellten Juraneokommulde der Ehrwaldalm, andernfalls östlich des großen Schuttfeldes der Feldernalp.]

In diesem Abschnitte ist stets diese engere Begrenzung unter Vorbergscholle verstanden, die Schicksale des Issentalköpflkomplexes sind an den oben zitierten Stellen besprochen.

Da der Schichtbestand der Vorbergscholle<sup>1)</sup> ein anderer ist, als der der Jurakreidemulde<sup>2)</sup>, so kann über die Nordgrenze so wenig ein Zweifel aufkommen, wie über die Südgrenze. Soweit letztere aufgeschlossen ist, stoßen NO fallender Wetterstein- und Muschelkalk der Vorbergscholle gegen die nördlichen Raibler oder den Hauptdolomit der Mieminger Scholle ab oder überschoben diese lokal.

Gegen S folgt vielmehr (abgesehen von der hier unwesentlichen Randzone) sofort der weitere Nordschenkel des Mieminger Gewölbes, dem sein Südschenkel unmittelbar, aber nicht ohne daß im Gewölbefirst eine bedeutende tektonische Linie durchzöge, folgt.

Hier liegen also zwei getrennte Einheiten nebeneinander, deren Sekundärstörungen auch nicht durchsetzen. Darum ist die Vereinigung beider zu einer tektonischen Einheit<sup>3)</sup> nicht ohne weiteres zulässig.

<sup>1)</sup> Muschelkalk bis Hauptdolomit.

<sup>2)</sup> Der längs dieser Abschnitte der Vorbergscholle aus Kössenern bis Neokom besteht.

<sup>3)</sup> Wie Ampferer es in der Inntaldecke tut. Sicherlich gehörte die Vorbergscholle einst der „Inntaldecke“ an, trennte sich aber in einer relativ frühen Schubphase (vgl. pag. 94) ab und blieb zurück. Ampferer müßte die Nordgrenze

Die Ostgrenze zieht längs der Westgrenze des Gehrenspitzenmassivs mit seinem saigeren oder südfallenden Wettersteinkalk (Leutaschscholle), während die Raibler und der Wettersteinkalk der Vorbergscholle gegen NNO fallen. Ein Zwickel Neokom zwischen beiden Schollen (4, pag. 533, Profil 31) erleichtert die Auffindung der Grenze in den oberen Partien.

### Der Bau der Vorbergscholle

ist ein beispiellos klarer, trotz zahlreicher sekundärer (unten besprochener) Störungen, weil diese durchaus regelmäßig sind und eine Rekonstruktion des vormaligen Zustandes zulassen.

Vor der Zerlegung und der Abdrehung der Teilstücke strichen alle Schichten der Vorbergscholle ostwestlich, ausgesprochen longitudinal und fielen gegen N ein.

Zuunterst und gegen S lag ein heute noch teilweise erschlossener Muschelkalksockel, auf diesem Wettersteinkalk, zuoberst und gegen N Raibler und endlich noch bisweilen Hauptdolomit, der jedoch zur Zeit der Schubphasen schon zum größten Teil abgetragen war.

Die Vorbergscholle stellt sich also als ein Nordschenkel eines Gewölbes<sup>1)</sup> dar. Diesem folgt gegen S nicht der entsprechende Südschenkel; er ist also isoliert.

Am Südrande der Plattumrahmung des Wettersteingebirges fällt gleichfalls die Trias nach S. Zuunterst und am meisten südlich liegt hier — wie auch in der Zwischenscholle — Muschelkalk unter steilstehendem oder nördfallendem Wettersteinkalk.

Also liegt nördlich parallel zur Vorbergscholle ein dritter Gewölbenordschenkel im Wettersteingebirge, dem wie dem des Vorbergs der Südschenkel fehlt, nur getrennt von ihm durch die Jurakreidemulde.

**Diese Parallellagerung von drei Nordschenkeln kann nur die Folge von Ostschub sein,** der die Längsschollen eines längsstreichenden Gebirges ungleich weit vorschob und ursprünglich einander nicht benachbarte Schollenteile nebeneinander brachte.

Daß sie keineswegs mit einer Theorie, die Wetterstein- und Miemingergebirge von S über die Jurakreide schiebt, in Einklang zu bringen ist, geht schon aus dem sorgfältigen Studium der Karten von Reis (2) und Ampferer (27) hervor. Wer für diese Fragen Interesse hat, der möge an der Hand der Karten diese großartigen Verhältnisse südlich des Wettersteingebirges aufsuchen, um selbst zu entscheiden.

---

der „Inntaldecke“ längs des Nordrandes meiner Mieminger Scholle ziehen, südlich der Gehrenspitze [der Leutaschscholle], welche ein ganz entgegengesetztes Einfallen als die Vorbergscholle zeigt, längs der Juraaufschlüsse des ehemaligen Scharnitzer Bleibergwerkes und des Brunnensteineck.

<sup>1)</sup> Das bei dem später eintretenden sekundären Südschub mit der Jurakreidemulde gehoben und nach N ein wenig verschoben wurde.

Mit kleinen Mitteln dieses Großzügige verkleinern zu wollen, wie Schlagintweit es unternahm<sup>1)</sup>, ist ein Versuch der Rettung der Südecke mit untauglichen Mitteln.

<sup>1)</sup> Es ist nicht nötig, in eine Polemik einzugehen. Man möge nur die von beiden Seiten vorgebrachten Gründe nebeneinander stellen und womöglich im Gelände prüfen. Nur soviel sei zur Richtigstellung bemerkt:

Ein Schuppenbau, wie Schlagintweit ihn [innerhalb seiner großen Decke] glaubhaft machen will, besteht südlich der Jurakreidemulde nicht. Hier liegen Vorbergscholle, „nördliche“ und Sattelzone der Mieminger Scholle transversal nebeneinander mit OW streichenden steilen Randspalten. Eine Überlagerung besteht nur — von der hypothetischen Ostüberschiebung der Tajaköpfe und der Sonnspitze über die Lange Lähstufe (pag. 81), einer Nebenwirkung des Ostschubes, abgesehen — am Südfuße der Vorderen Oberlähkopfschwand. Hier überschiebt lokal die Vorbergscholle (von N) die „nördliche Zone“ der Mieminger Scholle. Diese Erscheinung kann nie für, nur gegen Schuppenbau sprechen, da sie der partiellen Überlagerung der Jurakreidemulde über die Vorbergscholle analog [von N gegen S gerichtet] als eine Rückstauerscheinung bei der sekundären SN-Faltung anzusehen ist oder als Folge des Schubes der Zwischenscholle (pag. 60). Höchstens für einen Rückstau kann auch die Zurückbiegung des Hochwannerkopfes (nach S), der Schlagintweit Erklärungswert beimessen will (8, pag. 83, Fig. 1), sprechen, nie aber für eine Umbiegung der Decke nach N über die Jurakreidemulde. Trägt man sich die von Schlagintweit vermiedene Schichtenverteilung in dessen Fig. 1 ein (etwa gemäß Profil 7 der Profiltafel) und verbindet man dann die Vorbergscholle durch einen kühnen Luftsattel mit dem Wettersteingebirge, wie Schlagintweit es im Sinne hat, so trifft normalliegender Wettersteinkalk auf überkippten Wettersteinkalk. Die Raibler der Vorbergscholle treffen auf den Muschelkalk des Wettersteingebirges!

„Der Unterschied (sc. im Bau der Schlagintweitschen „Fensterränder“ [der Verf.]) ist wohl nicht gar so groß, als er auf der Karte erscheint“ (8, pag. 84). Eines der kleinen Mittel, diesen Unterschied zu verringern, findet Schlagintweit in dem Nachweis, daß Reis in seiner Karte dem Muschelkalk eine zu große Verbreitung am Südfuße des Wettersteingebirges zugewiesen habe (8, pag. 84).

Als ob das für die Gesamtaufassung, für die das Einfallen der Trias maßgebend ist, nicht ganz gleichgültig wäre. Wem es einmal gelungen ist, diese sich klar zu machen, für den kommt es nicht darauf an, ob der Muschelkalk etwas zu breit gezeichnet ist, ein belangloses Versehen, was Reis (1, pag. 113, Nr. 14), wie Schlagintweit hätte nachlesen können, selbst schon vorher richtig gestellt hatte.

An der gleichen Stelle bezweifelt Schlagintweit — ein weiteres kleines Mittel — „ob sich Wettersteinkalk und Raiblerkalk stets mit Sicherheit unterscheiden lassen, wenn man von den Lagerungsverhältnissen absieht.“

Zugegeben, daß ihm die Unterscheidung [subjektive] Schwierigkeiten machen kann. Der aufnehmende Alpengeologe jedoch, der mit der Fazies vertraut ist, ein so feiner Beobachter wie Reis, wird sie stets überwinden.

Seine Verlegenheit diesen [zwingenden] Tatsachen gegenüber gibt er, der sonst so sicher erscheint, zu und bringt allerhand nur unklar angedeutete, einander widersprechende Vorschläge zur Beseitigung der den Südschub ausschließenden Schwierigkeiten. Wer ihn um jeden Preis retten will, der muß die Einzelheiten des Deckenbaues vor der Südüberschiebungsphase irgendwo fern in S entstanden sein lassen. Selbst dann aber fehlen noch immer alle Beweise für Südschub (Stirnrand, Schubstreifen) und die Aufpressung des basalen Gebirges im Gebiete der Decke wäre noch nicht erklärt. Andererseits müßte man noch immer den Bau innerhalb der Decke doch durch Ostschub erklären und seine Entstehung nur zeitlich vor den Südschub und nach S hin verlegen.

Endlich blieben die Querstellungen der jungen Schichten am Westrande unter dem Stirnrande, die für den Ostschub der Triasmasse so beweisend sind, ungeklärt; denn daß sie, wie Schlagintweit will, auch durch Südschub bewirkt sein könnten, ist unrichtig.

Schlagintweit irrt, wenn er die Verhältnisse im O und im W als zwingend beweiskräftig für Südschub ansieht (pag. 85, 2. Absatz). Besser sind sie —

## Die Störungen der Vorbergscholle.

Die Störungslinien streichen [heute] NNO—SSW, NO—SW und ONO—WSW. Die Stärke der Ablenkung des Streichens, das stets zu den Störungslinien senkrecht steht, von der Longitudinalrichtung<sup>1)</sup> ist [nicht regellos, sondern] in der einzelnen Berggruppe ungefähr gleichstark und durch Übergänge mit dem der benachbarten Berggruppe verbunden. Man kann Komplexe mit intensiverer Ablenkung (Roßkopf, Vorderer Oberlähnskopf) solchen mit geringerer (Feldalpe, Hinterer Oberlähnskopf) gegenüberstellen.

Ich kann Reis nur zustimmen, wenn er die Abbiegungen der einzelnen Teilschöllchen auf longitudinalen Druck zurückführt (1, pag. 94).

Es scheint, daß wir hier zwei modifizierte Äußerungen des Ostdruckes unterscheiden können, die jedesmal auf die passive, das heißt schon an Ort und Stelle befindliche Vorbergscholle, die keine Eigenbewegung mehr hatte, wirkten.

1. Ostdruck der Leutaschscholle. Diese prallte mit dem Gehrenspitzmassiv auf die Vorbergscholle und zerlegte sie in Bruchschöllchen, deren Brüche N—S senkrecht zur Druckrichtung verliefen.

[Noch nie ist eine Zerlegung dieser Art so gut bekannt geworden. Freilich liegen hier auch die Verhältnisse für eine Kartierung selten günstig. Die reiche transversale Gliederung und die Regelmäßigkeit der sekundären Ablenkung der Teilschöllchen gestatten eine gute Übersicht.]

Für die Zerlegung kann wohl nur das Gehrenspitzmassiv in Betracht kommen, das allein an das Ostende der Vorbergscholle stößt.

Die einzelnen NS-Bruchlinien lassen sich weder in die Jura-kreidemulde noch in die nördliche Zone der Mieminger Scholle hinein verfolgen. Sie sind der Vorbergscholle eigentümlich und bilden zugleich einen Beweis für die Ostbewegung der Leutaschscholle (des Gehrenspitzenmassives).

2. Der Ostschub der Mieminger Scholle. Man kann sich kaum vorstellen, daß der Ostschub der Gehrenspitze auch die Ablenkung der Teilschöllchen hätte bewirken sollen, zumal die Ablenkung in den unmittelbar der Gehrenspitze benachbarten Partien sehr gering ist.

dieser Nachweis zieht sich wie ein roter Faden durch meine Arbeit — durch Ostschub erklärbar. Er sagt: „Unter ihrer meines Erachtens zwingenden Beweiskraft muß eben auch das abweichende Verhalten eines Teiles der Vorberge unter Annahme dieser Schubdecke zu verstehen gesucht werden.“

Mit diesem „muß“, mit dem Verstehenmüssen von Unverständlichem mutet er dem Leser zuviel zu. Nur wer für eine Anschauung voreingenommen ist, wird vor den beiden großen Hindernissen, die sich seiner Auffassung entgegenstellen, nicht zurückschrecken:

1. dem Parallelbau von Mieminger Gebirge, Vorbergen und Wettersteingebirge;
2. dem Mangel eines nördlichen Stirnrandes.

Sie allein reichen zur Ablehnung des Südschubes vollkommen aus, so daß es nicht nötig ist, die vielen anderen widersprechenden Einzelbeobachtungen aufzuführen. Sie würden diese Arbeit übermäßig belasten.

<sup>1)</sup> Die Ursprünglichkeit der Längsrichtung vor der Bruchphase ist vorausgesetzt (und noch nie bezweifelt worden).

Dagegen besteht ein örtlicher und wahrscheinlich auch ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Bau des Nordrandes<sup>1)</sup> der Mieminger Scholle und den Stärkegraden der Ablenkungen der Vorbergschollteilchen. Der Nordrand der Mieminger Scholle springt bald nach N vor, bald wieder nach S zurück. Je nördlicher er vordringt, um so größere Höhen nimmt er auch ein. Die Zonen seiner tiefsten südlichsten Lagen entsprechen denen der geringsten Ablenkung in der Vorbergscholle und nehmen den äußersten O und den äußersten W ein (Feldalpe und hinterer Oberlähnskopf), die dazwischenliegende des stärksten Vorstoßes der Zone der stärksten Abdrrehungen in der Vorbergscholle. [Innerhalb dieser mittleren Zone ist die Nordgrenze (nach den schlechten Aufschlüssen zu urteilen) wiederum ungleichmäßig beschaffen und — analog der verschiedenen N-Erstreckung der einzelnen Teile — scheinen auch die Vorbergschöllchen verschieden intensiv abgedreht zu sein.]

Die Komplexe mit stärkster Abdrrehung<sup>2)</sup> liegen stets etwas nordwestlich der höchsten (nördlichsten) Erhebung der Mieminger Scholle, die Zonen relativer Breite der Jurakreidemulde<sup>3)</sup> wiederum etwas nordwestlich der Komplexe größter Abdrrehung in der Vorbergscholle.

Daraus ist die Chronologie der Ereignisse abzulesen. Die Mieminger, die an der Vorbergscholle vorbeiglitt, übte zugleich mit ihrem Vorschreiten nach W den (faltenden) Sekundärsüddruck aus. Süddruck und Ostdruck mußten also die einzelnen Teilchen der Vorbergscholle aus der NS-Lage in eine NO—SW-Lage abdrrehen. Da der Nordrand, wie die Randzone beweist, ungleich konfiguriert war, da die Hebung der Vorbergscholle (und der Jurakreidemulde) ihrer Intensität nach ganz von den örtlichen, raumverengenden und darum druckverstärkenden Schollenbreiten abhing, so wurde die wohl anfänglich gradlinige Südgrenze der Vorbergscholle durch ungleiches Nachgeben gegen einen ungleichen Süddruck ungleichförmig. Bei fortschreitendem Ostschube der Mieminger Scholle mußten deren vorspringende Randteile diejenigen der Vorbergscholle, die ihnen nunmehr gegen W benachbart waren und im Wege standen, abdrrehen. Darum liegt die Zone der intensivsten Störung stets westlich des nördlichsten Mieminger Vorstoßes. Die benachbarten Teilschöllchen der Vorbergscholle folgten automatisch nach, doch wurde die Intensität der Abdrrehung von Schöllchen zu Schöllchen geringer. Im O, wo die weit nach S reichende Gehrenspitzenmasse schützte, und im W, wo die nördliche Zone der Mieminger Scholle sich verjüngte (wenn nicht auskeilte), war die Abdrrehung am geringsten.

Wenn der Ostschub des Gehrenspitzenmassivs die Abdrrehung bewirkt hätte, so müßte sie im Gebiete der Feldernalpe am stärksten sein (Reibung am Stirnrand); hier ist sie aber am schwächsten. In den Issentalköpfen fehlt eine analoge Erscheinung überhaupt oder sie ist durch die nachfolgenden Ereignisse völlig verwischt worden.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 79 ff.

<sup>2)</sup> Plattert, Vorderer Oberlähnskopf, Predigtstein, Roßberg.

<sup>3)</sup> Vgl. pag. 70 ff.

Wer mit einem Ostschub der Triasmassen rechnet, der kann Fragen, welche die Anhänger der großen Südschubdecke in Verlegenheit setzen, leicht beantworten. Warum fehlt der Mieminger Scholle jenseits des Mariabergjoches der nördliche Gewölbeschenkel, warum der Vorbergscholle der entsprechende südliche? Aus welchem Verbandsstamme die Vorbergscholle?

Die Antwort lautet: Die Vorbergscholle ist der westlich des Mariabergjoches fehlende Gewölbeschenkel, transversal neben dem einst [in einer vergangenen Schubphase] der heute um 16 km nach W vorbeigeschobene Südschenkel lag. Warum blieb die Vorbergscholle zurück? Weil die westlich von ihr gelegene westliche Wettersteinscholle ihr den Durchzug nach W verwehrte, sei es direkt sei es indirekt durch Auffaltung der Jurakreidemulde westlich der Vorbergscholle im engeren Sinne.

### I. Die Jurakreidemulde.

Die Vorbergscholle, die für die Erkenntnis der Jurakreidemuldenschicksale so wichtig ist, ist auf pag. 65 ff., das Puitentalneokom auf pag. 50 u. 56 besprochen.

Die Jurakreidemulde hängt im W mit dem „Vorland“, der Region der vor dem Stirnrand der Hauptwettersteinscholle quergestellten Schichten und der offenen Bichelbacher Mulde zusammen. Ihre Westgrenze zieht man am besten dort, wo sie aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Triasmassive heraustritt, also längs der Linie Wettersteinwestabbruch—Westabbruch der Sonnspitze im Mieminger Gebirge.

Gegen N grenzt sie bis zum Zugspitzgatterl an die westliche Hauptwettersteinscholle, von da bis zur Einfallensumkehr an der Schlüsselkarsspitze an die Zwischenscholle.

Im O verschwindet sie unter der Leutaschscholle.

Im S grenzt sie (von der Einfallensumkehr im O bis zu den Issentalköpfeln im W) an die Vorbergscholle.

Weiter nach W hin — mit dem Zurücktreten der letzteren — legt sie sich an die Mieminger Scholle, der sie schon vorher im „Loch“ der Feldernalpe nahe kam.

Die Gründe für ihre grundsätzliche Abtrennung von der Vorbergscholle, mit der sie Reis noch verbindet, sind auf pag. 22 und 23 dargelegt und werden im folgenden bestätigt.

Die Jurakreidemulde ist hauptsächlich aus Jura- und Neokomgesteinen gebildet. Im O im Puitental besteht sie entsprechend der geringen Auffaltung nur aus Neokomschichten. (Die Juravorkommen sind wohl an der Basis der Schubmasse mitgeschleppte Schubfetzen).<sup>1)</sup>

Vom Karlsjoch nach W treten oberer Jura und Lias hinzu und nehmen beträchtliche Areale ein. Kössener Schichten spielen erst von der Feldernalpe ab gegen W eine Rolle. Ob und von wo an Hauptdolomit noch zu unserer Mulde gestellt werden muß, ist kaum zu entscheiden und für unsere Zwecke von geringem Belang.

<sup>1)</sup> Vgl. pag 55, Anm. 1.

Die eruptiven Ehrwaldite wurden nach Reis, was ich bestätigen kann, bisher stets in den unteren Lagen der oberjurassischen Hornsteine gefunden.

Wir können in der Jurakreidemulde verschiedene Stadien der Intensität der Faltung unterscheiden. Das der geringsten entspricht der (präcenomanen?) primären Faltung, die der Schubphase voranging. Vgl. pag. 6 ff.

Die der höheren Faltung dagegen sind keine allgemeinen Erscheinungen, sondern rein lokale, die lokal erklärt werden müssen: und zwar aus dem Verhalten der Schubmassen während der Schubphasen, deren Vorgänge sie widerspiegeln.

1. Stadium der Erhaltung des Zustandes vor der Schubphase (östlich vom Karlsjoch) im Bereiche der Leutaschscholle.

Recht flache Lagerung mit leichten O—W streichenden Falten; diese blieb erhalten, da die Überschiebung der Triasdecke in der Richtung der Faltenachse erfolgte und darum die Intensität der Faltung nicht vermehren konnte. Unter dem Druck der lastenden Triasdecke ist eine Quälung der Oberfläche des Neokoms eingetreten.

2. Stadium der mittleren Verstärkung der Faltung (zwischen Ehrwald im W und der Ehrwalder Alm im O): im N im Bereiche der westlichen Hauptwettersteinscholle, im S im Bereiche der Mieminger Scholle.

Mittelenge, W—O streichende Falten, die auf erneuten N- oder S-Druck schließen lassen.

Auffallende Längsstörungen, fast mit den Faltenachsen gleichlaufend. (Blätter.)

Quälung fehlt, da nie eine Decke über den jungen Schichten lag.

3. Stadium der höchsten Verstärkung der Faltung (zwischen der Ehrwalder Alm im W und dem Karlsjoch im O): im N im Bereiche der westlichen Hauptwetterstein- und der Zwischenscholle, im S im Bereiche des Issentalköpfkplexes und der Vorbergsholle.

Sehr enge, oft saigere Falten, die auf einen höchsten Sekundärdruck von S oder N schließen lassen. Teilweise Überlagerung der südlich anschließenden Trias.

Quälung fehlt (s. oben).

1. Unterstadium im O. Mittlere Breite der jungen Schichten (zwischen Karlsjoch und Mitterjöch).

Verhältnismäßig einfachere Sekundärfaltung.

2. Unterstadium im Zentrum. Größte Breite (zwischen Mitter- und Feldernjöch).

Weitere Vermehrung der Faltenelemente durch Ostschub.

Höchste Erhebung des Neokoms, Überragen auch der nördlichen Trias.

Aufbruch von Eruptivgesteinen<sup>1)</sup>.

3. Unterstadium im W. Geringste Breite (vom Feldernjöchl bis östlich der Ehrwalder Alm).

Sehr enge Sekundärfalten;

ferner:

a) Einpressung von Muldentteilen nach S zwischen Vorbergscholle und Nordrand der Mieminger Scholle.

b) Fast vollendete Querstellung<sup>1)</sup> von Muldentteilen vor dem Stirnrand des Issentalköpflkomplexes.

Im Puitentalfenster ist uns das Jurakreidegebirge im Stadium der geringsten Faltung wieder erschlossen worden. Dieses kann nur den Zustand vor der Schubphase widerspiegeln: den Zustand nach der primären Faltung, die der Schubphase vorausgegangen zu sein scheint. (Vgl. pag. 6 u. 56.)

Immerhin sind die Aufschlüsse im Puitental nicht gut [und vor allem nicht breit] genug, um uns ein klares Bild von der Intensität der primären Faltung zu geben; wir können nicht entscheiden, ob der in der Bichelbacher Mulde (im W unseres Gebietes) erhaltene Faltungszustand dem des Puitalfensters und damit der primären Faltung entspricht. Es scheint fast, als ob er dort schon etwas durch Sekundärfaltung kompliziert wäre; doch ist eine Gewißheit hierüber kaum zu erlangen, für unsere Zwecke hat diese Frage nur untergeordnete Bedeutung.

Denn vom Karlsjoch im W bis zum Westende des Wettersteingebirges und längs des Teiles der Mieminger Scholle, in dem beide Gewölbeschenkel nebeneinander liegen [östlich vom Mariabergjoch], ist die Faltung erheblich stärker, sowohl als im Puitental, als auch im Gebiet der Bichelbacher Mulde.

Diese Verstärkung der Faltung steht sicher im ursächlichen und im örtlichen Zusammenhange mit der Breite der Mieminger Scholle und der zwischen dieser und der Jurakreidemulde liegenden Schollen.

Sie fehlt östlich der **Hauptnordsüdlinie** — Westrand der Leutaschscholle bis Innknie — und westlich der NS-Linie — Westrand des Wettersteingebirges bis Mariabergjoch: — ist also als Lokalerscheinung die Folge einer Sekundärfaltung, die, wie wir später sehen werden, von S erfolgt ist.

Westlich der Hauptnordsüdlinie entspricht:

die Faltung mittlerer Intensität der mittleren Breite der Mieminger Scholle mit zwei Gewölbeschenkeln (Süd- und Nordschenkel); die Faltung höchster Intensität der größten Breite der Mieminger Scholle mit zwei Gewölbeschenkeln (Süd- und Nordschenkel) und der Breite der zwischen Mieminger Scholle und Jurakreide liegenden Vorberge.

<sup>1)</sup> Ähnlich intensive, auf Abscherung durch Schub zurückführbare Störungen kennzeichnen die jungen Schichten unter dem westlichen Stirnrand der westlichen Wettersteinscholle. Querstellung der vorher longitudinalen Mulde. An der Umbruchstelle im Lähngrabenbach Aufdringen von Eruptivgesteinen. (Vgl. 1, pag. 96, 97.)



Westlich der zweiten Nordsüdlinie (s. oben) entspricht: die geringe Faltung der Bichelbacher Mulde der geringen Breite der Mieminger Scholle, die vom Mariabergjoch an nur noch aus dem Südschenkel besteht.

Es sind also Beziehungen zwischen der Breite der Mieminger Scholle und der Intensität der Faltung mit Sicherheit konstatierbar. Mit anderen Worten je breiter diese ist, desto enger ist jene aufgefaltet. Die Sekundärfaltung ist eine Folge der von W nach O fortschreitenden Raumverengung durch die Mieminger Scholle. Diese, scheint es also, hat bei östlicher Bewegung nach S nicht ausweichen können. (Die östliche Bewegung der Mieminger Scholle ist in pag. 84 im Zusammenhange besprochen.)

Sie mußte nach N ausweichen und die dort liegende, seit der primären Faltung nur leicht ostwestlich gemuldete Jurakreidescholle stärker falten. Je breiter die Mieminger Scholle war, je stärker raumverengend die zwischen ihr und der Jurakreidemulde liegenden Vorberge wirkten, desto intensiver wirkte auch diese Sekundär-S-Faltung.

Sie trat wahrscheinlich weder einheitlich ein — das heißt nicht gleichzeitig längs ihrer ganzen späteren Erstreckung, sondern zuerst im mittleren W und später im O —, noch blieb ihre Intensität gleich. Diese steigerte sich allmählich, war lokal bald stärker und bald schwächer, indem sie von der jeweiligen Breite der ostwärts geschobenen Schubmasse (Mieminger Scholle) und der Breite der passiv wirkenden, raumverengenden Masse, die schon die Eigenbewegung verloren hatte, abhing.

Die Wirkung der Sekundärfaltung hing dabei zum Teil von Beschaffenheit des hinter (n.) der Jurakreidemulde gelegenen vorwiegend aus Wettersteinkalk gebildeten Geländes ab. Sie mußte am größten sein [und die Jurakreidemulde auf das kleinste Gebiet zusammendrücken], wo der Widerstand am stärksten war.

Dieses bestand vom W bis zum Gatterl aus der verhältnismäßig weit nach S (SW) vorgeschobenen westlichen Hauptwettersteinscholle: der aufgebogenen Umrandung der Plattmulde. Daß eine solche Masse einem Sekundärdrucke kaum nachgeben konnte, ist einleuchtend; dementsprechend ist die Jurakreidemulde aufs schmalste dort zusammengedrängt, wo die Vorberge — bis zu den Issentalköpfeln noch mit der westlichen Hauptwettersteinmulde parallel laufend — raumverengend wirkten. Westlich der Issentalköpfel öffnen sich die nördlichen und südlichen Triasmassen trompetenförmig, geradeso wie die Mulden des jungen Gebirges zwischen ihnen.

Östlich der Gatterlköpfe dagegen, mit denen die westliche Hauptwettersteinmulde ihren Vorstoß nach SW abschließt, verbreitet sich die Jurakreidemulde wieder.

Zugleich aber springt ihr N-Rand mit einer auffälligen Stufe nach N vor. Das beweist, daß der sekundäre S-Druck im Wettersteinkalk des Plattmuldengebietes sich nicht geltend machen konnte, wohl aber westlich davon. Möglich (aber unentscheidbar) ist es, ob die westliche Hauptwettersteinscholle bei ihrem Vorstoß gegen WSW schon mit einer Faltung begonnen hatte (ONO-Faltung); höchstwahrscheinlich aber, daß die Sekundärfaltung von S zuerst längs der westlichen Haupt-

wettersteinscholle begann. Denn das Areal der Jurakreidemulde wurde zum erstenmal durch sie (von N her) eingeengt, zu einer Zeit, wo im weiteren O die Zwischenscholle sich noch nicht zwischen Jurakreidemulde und die nach NNO zurückweichenden Hauptwettersteinschollen eingeschoben hatte.

Wir müssen also mit dem Beginn der Sekundär-S-Faltung im W rechnen, und zwar konnte sie schon unmittelbar vor und mit dem Zurückbleiben der Vorbergscholle (der Folge des WSW-Vorstoßes der westlichen Hauptwettersteinscholle) eintreten.

[Östlich davon begann die Sekundärfaltung erst später, und zwar wohl vom Ostende her. Näheres s. unten.]

Die größere transversale Breite des Jurakreidegebirges westlich der Gatterlköpfe ist einmal als die Folge der geringeren Widerstandskraft der Zwischenscholle, die nördlich dieses Abschnitts liegt, anzusehen. Letztere ist aus heterogenen Elementen erbaut und mußte einen Teil des S-Druckes in sich aufnehmen. Dieser hat die nordgerichteten Überschiebungen der einzelnen Stockwerke (die an seinem N-Abfall zu sehen sind, vgl. pag. 62) verursacht, vielleicht auch — indirekt — die Steilstellung des Gipfelzuges.

Ferner mag die Auffaltung im O schon begonnen haben, bevor die Zwischenscholle in ihre heutige Lage von O her vollends geschoben war.

Während dieses Schubes mußte die Zwischenscholle direkt und indirekt auf die Faltung beeinflussend wirken. [Bezüglich dieses Einflusses, der im Gebiete des Hohen Kammes natürlich besonders stark wurde, vgl. unten. Die endgültige Gestaltung der Zwischenscholle wurde anderseits durch die Auffaltung der Jurakreideschichten und durch den Süddruck gleichfalls beeinflußt.]

In dem zwischen den Gatterlköpfen und dem Karlsjoch liegenden Abschnitte der Jurakreidemulde wechselt die transversale Breite nicht unerheblich. Die Nordgrenze verläuft im allgemeinen gradlinig, von O bis jenseits des Hochwanners ostwestlich, von da bis zum Gatterl knickt sie gegen WNW ab; die Südgrenze ist höchst wechselreich und folgt den [pag. 68 beschriebenen] Abdrrehungen der Vorbergschollenteile. Den Komplexen größerer Abdrrehung entspricht eine breitere, denen geringerer Abdrrehung eine mindere Breite der Jurakreidemulde, und zwar folgt die größte Süderstreckung der Mulde gegen O dem Höhepunkt der Abdrrehung nach.

In der Jurakreidemulde scheint sogar die durch die Abdrrehung geschaffene bald größere, bald geringere Breite in einem lokalen Eng- oder Weiterwerden der Falten längs der einzelnen Komplexe sich widerzuspiegeln. Dies beweist, daß die Faltung nach der Abdrrehung noch weiter fortschritt.

Auch die Elemente des Baues des Jurakreidegebirges bleiben nicht immer in diesem Abschnitte die gleichen. Eine sehr breite Neokommulde im N und ein Sattel mit Lias im Kern im S sind jedoch stets vorhanden.

An diesen Sattel schließt sich noch eine Mulde an, deren Reste zumeist jedoch (Neokomtrümmer am N-Rande der Vorbergscholle) undeutlich sind; nur im äußersten O (im Gebiete der Wangalpe) ist sie annähernd normal ausgebildet. Von dort nach W hin gewinnt der Lias-

sattel entsprechend dem fast völligen Auskeilen der südlichen Mulde an Breite (zwischen Hinterreintalschrofen und Schönberg).

### Die Verhältnisse um den Hohen Kamm.

In Höhe des Hochwannerzuges ändert sich das Bild; der Muldenbau wird durch längs der Achsen streichende Longitudinaldislokationslinien, die jetzt auftreten, gestört. Es scheint, als ob sich zwischen den Liassattelzug (der zum „südlichen“ wird) und die nördliche Neokommulde ein neues tektonisches Element, das gegen N und S von Störungen begrenzt ist (Reissche Karte), einschöbe.

Dieses scheint aus zwei sehr engen Sätteln zu bestehen, die eine sehr enge Mulde einschließen; letztere enthält fast nur oberen Jura mit wenig Neokom (im W) im Kern; ihre transversale Breite ist sehr gering. In beiden einander parallelliegenden Sattelgebieten haben Aufbrüche von Eruptivgesteinen stattgefunden, und zwar kam es nicht zu Deckenergüssen; sondern es scheint, als ob die Ehrwaldite in sehr engen Schloten<sup>1)</sup>, jedesmal an den unteren Hornsteinen empordrangen.

Im äußersten W dieses Abschnittes, unmittelbar vor der größten Verengung der Mulde am Felderjöchel ist diese Gliederung am reichsten.

Intensive Faltung und transversale Schichtenverdopplungen durch Ostschub haben das bewirkt.

Diese abnormen Verhältnisse werden durch das Auftauchen der oberen Juraschichten am Mitterjöchel — in der nördlichen Neokommulde — ja schon durch eine kleine Adventivsattelung unter dem Hinterreintalschrofen gewissermaßen vorbereitet und lassen Längsstörungen in der nichtgegliederten Neokommulde vermuten.

Die wechselnde Enge der Falten kann auf die wechselnde Intensität des Druckes bei gleichem Ausdehnungsraum und gleicher Widerstandskraft des Widerlagers zurückgeführt werden.

Warum war nun die Wirkung, die Faltungsintensität im Gebiete des Hohen Kammes am größten, wo das Widerlager zweifellos am schwächsten<sup>2)</sup> war?

Der Grund liegt in der Wirkung des Ostschubes, den die Zwischenscholle ausübte. Wir sahen oben, daß sie während der Sekundärfaltung nach W geschoben wurde und westlich des Hochwanners nach NW abgedrängt wurde. Der Hochwannerzug mußte also Ostdruck ausüben, einen Ostdruck übte ferner direkt die Leutaschscholle aus.

Da die westliche Hauptwettersteinscholle mit ihrem SW—NO streichenden Rande (Gatterlköpfe—Gatterl) und die Vorbergscholle ein Ausweichen nach W nicht erlaubten, so wurden die jungen Schichten

<sup>1)</sup> Gelegentlich der pag. 38, Anm. 1 schon erwähnten Exkursion wurden noch einige neue Vorkommen an den zerrissenen Graten des Südabfalls des Hohen Kammes entdeckt. Das Material, welches in der Münchener Staatssammlung liegt, ist gleichfalls stark zersetzt.

<sup>2)</sup> Denn die Zwischenscholle nimmt von O nach W nicht nur an Höhe, sondern auch an Breite ab; im Gebiete des Hohen Kammes stehen ihre Triasschichten durchweg saiger.

hier gestaut und es kam zu jenen Mulden- und Sättelverdoppelungen, die wir oben geschildert haben.

Dadurch wurde aber eine neue Raumverengung geschaffen, die sich in der Erhöhung der Wirkung des Süddruckes bemerkbar machte, in einer Hochpressung des Hohen Kammes, in der Überwältigung der nördlichen Trias.

Die Intensität der Faltung hatte schon vorher ein festes Gerippe in der Jurakreidemulde geschaffen, welches eine Querstellung der zwischen Triasmauern eingeschlossenen jungen Schichten — analog den Barren an den westlichen Stirnrändern — nicht mehr zuließ, sondern nur noch Steigerungen der Wirkung in den ein- für allemal vorgezeichneten Bahnen: OW streichende Falten und Längsverschiebungen. Jede mehr oder weniger gleich gerichtete Kraft mußte sich nach diesen Richtungen bewegen und summierend wirken.

Da Ostschub und S-Faltung gleichzeitig wirkten, so ist der Nachweis des Wirkungsanteils eines jeden Druckes kaum möglich.

Der Zusammenhang zwischen dem Ostschub der Zwischenscholle und den Längsverschiebungen südlich des Hohen Kammes ist nachzuweisen: die Abbiegung der ersteren nach WNW nämlich beginnt gleichörtlich mit den Faltenverdoppelungen westlich der Linie Hochwanner—Mitterjöchl.

### Die Verhältnisse östlich des Feldernjöchls.

Hier beschränkt der Widerstand der nördlich vorgelagerten Plattumrandung die Jurakreidemulde auf ihre kleinste transversale Breite längs des verengenden Issentalköpflkomplexes. Westlich desselben werden die Mulden wieder weiter; doch steht die Grenze zwischen Trias und Neokom längs des ganzen Wettersteingebirgsrandes steil. (Vgl. Textabbildung 4.)

Leider sind sehr große Areale mit Schutt bedeckt, so daß manch wichtige Frage unentschieden bleiben muß.

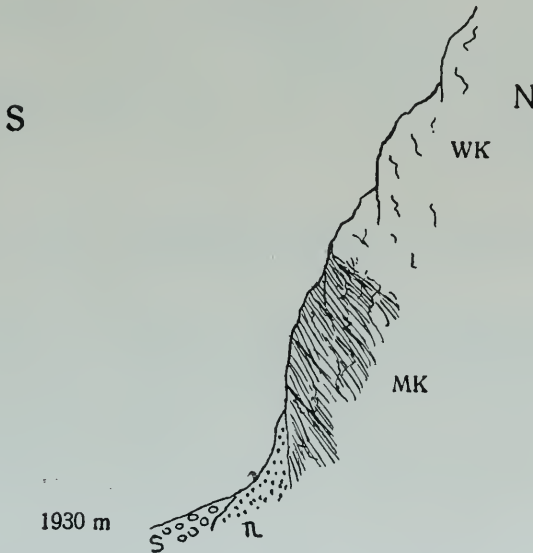
Die Enge der Faltung ist die Folge des Süddruckes. Die transversale Schichtenwiederholung in der Trias, die Querstellung der jungen Schichten westlich der Trias [der Issentalköpfl] und die Longitudinalverschiebungen der — westlich der Ehrwalder Alm offener werdenden — Kreidejuramulden sind Folgen des Ostschubes.

Die beiden letzteren Phänomene scheinen nicht von noch jüngeren Störungen abgeschnitten worden zu sein, wohl aber das erstere. Da wir hier mit zwei Ostschubphasen zu rechnen haben [erstens der Phase, die die Vorbergscholle, respektive die nördliche Randzone der Mießinger an Ort und Stelle brachte, zweitens der Phase, in der die Leutascholle an die Vorbergscholle stieß, ihr den Schub mitteilte (respektive in der die Vorbergscholle wiederum dem Issentalköpflkomplexe diesen zweiten Ostschub mitteilte)], so könnte es sein, daß die Schichtwiederholungen schon in einer früheren Ostschubphase bewirkt wurden und vollendet waren, als mit dem zweiten Ostschub der Leutascholle die schon vorhandenen mittleren Mulden einmal aufgeschürft und quergestellt, ein andermal längsverschoben wurden.

Wie sind die jungen Schichten (nahe der Feldernalphütte 1512 *m*) in jene so weit südliche Lage zwischen die Vorbergscholle und die Mieminger Scholle geraten?

Es liegt kein Anlaß vor, diesen Vorgang mit Hilfe einer „Diagonalverwerfung“ zu erklären; sondern die S-Faltung, welche die Vorbergscholle (zugleich) zum Teil heben mußte, und der Ostschub durch die Leutaschscholle reichen theoretisch zur Vorstellung der hier einst

Textabbildung 4.



Neokomaufschluß am S-Fuße der Wettersteinspitzen (P. 2750 *m*).

Zeichenerklärung:

*Mk* = Muschelkalk. — *Wk* = Wettersteinkalk. — *N* = Neokom. — *S* = Schutt.

Das gleiche Bild bietet sich an allen Aufschlüssen des Wettersteinschubmassensockels zwischen den Holzerwiesen im W und dem Goasel im O.

tätigen Vorgänge aus, ganz gleich, welcher der beiden (pag. 81 f. erwogenen) Möglichkeiten man den Vorzug gibt.

Wer die Issentalköpfe zur Vorbergscholle rechnet, muß annehmen, daß der Süddruck ein Zerreißen der Vorbergscholle herbeiführte. Während längs der westlichen Wettersteinscholle die jungen Schichten nicht gegen N ausweichen konnten, also die ihnen benachbarten Teile der Vorbergscholle auch nicht nach N vorgeschoben wurden, so wich — im O des Feldernjochs — die Jurakreidemulde um einige 100 *m* gegen N aus <sup>1)</sup> und der östliche Teil der Vorbergscholle mußte nachfolgen. In die entstehende Lücke konnten die Jurakreideschichten eindringen und sich mit den Trümmern der Trias an der Reißlinie mengen. Der Ost-

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 73 u. 74.

schub der Leutaschscholle schob später die nunmehr etwas nördlicher liegende Vorbergscholle an den jungen Schichten (östlich der Feldalpkhütte) teilweise vorbei.

Stellt man aber die Issentalköpfl zur nördlichen Randzone der Mieminger Scholle und läßt man die Vorbergscholle in Höhe des Feldernjöchls enden, so muß man mit dem Vorbeigleiten der ersteren längs der in Hebung und im Vordringen gegen N begriffenen Vorbergscholle rechnen.

So entstand wohl ein Dreieck zwischen Wettersteingebirge im N, Vorbergscholle im O und Mieminger Scholle im SW, in dem die jungen Schichten sich befanden, in das beim Ostschub der Leutaschscholle die Vorbergscholle hereingepreßt wurde.

Es bedarf wohl keiner näheren Ausführungen, daß so hypothetische Vorstellungen nicht zur Entscheidung der Zurechnungsfrage beitragen dürfen.

### Die Querstellung der jungen Schichten unter dem Westabbruch des Wettersteingebirges

kann nie, wie Schlagintweit meint, durch Südschub, sondern nur durch abschürfenden Ostschub herbeigeführt sein. Die Juraschichten südwestlich des Ehrwalder Köpfls liegen genau im Streichen der nach N abgobogenen Mulde und sind — wie diese — als vor der Schubmasse hergeschobene Teile des Untergrundes anzusehen. Unbegreiflicher Weise läßt Reis, der sonst den Ostschub uns ja als erster gezeigt hat, diese Juraschichten das Ehrwalder Köpfl von S her „überschieben“, als ein letztes Stadium einer Art Stirnrand„verkeilung“ (1, pag. 95).

Da die jungen Schichten keinen aktiven Schub hatten, so müßte also eine aktiv schiebende Masse einst von S her diese Jurakreideschichten auf das Ehrwalder Köpfl geschoben haben. Eine solche gab es aber nie; es ist unendlich viel einfacher, diese Juraschichten mit der quergestellten Mulde gemeinsam abgeschert und gemeinsam von der Wettersteinscholle [von O her] geschoben sein zu lassen.

Wann fand der Erguß der Ehrwaldite statt? <sup>1)</sup> Jedesmal finden wir sie an Stellen höchster Intensität der Faltenbildung, einmal südlich des Hohen Kammes, zum anderen am Lähngrabenbach: dort, wo die Jurakreidemulde aus ostwestlicher in die Südnordrichtung umbiegt [oder besser umbricht. Denn es scheinen, nach den Aufschlüssen des neuen Jagdweges, an der Umbruchstelle stärkere Störungen durchzustreichen, als das die Reissche Karte andeutet.]

Wenn nun die Ehrwalditaufbrüche auf die Stellen höchster Störung beschränkt sind, so liegt der Schluß sehr nahe, sie als eine Folge dieser intensiven Faltung <sup>2)</sup> anzusehen, wogegen keine Beobachtungen sprechen.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 75.

<sup>2)</sup> Sekundärfaltung, bzw. Sekundärumbiegung.

Reis dagegen läßt sie nach einer „ersten nicht geringen Zusammenfaltung“ aufsteigen, aber vor der Muldenabbiegung nach N, vor der letzten „Aufpressung“. Leider gibt er keine Gründe für diese Annahme an.

### K. Die Mieminger Scholle.

Sie deckt sich mit den Grenzen<sup>1)</sup> von Ampferers Inntaldecke bis auf den Nordrand, den ich südlicher verlaufen lasse, da ich Vorberg- und Leutaschscholle für selbständig halte.

Die Westgrenze zieht — soweit sie nicht aus dem Gebiete herausfällt — am Westfuße der Wettersteinkalkmassen der Sonnsplitz und des Schachtkopfes entlang.

In unserem Gebiete lassen sich zwei recht verschieden ausgebildete Abschnitte in der Mieminger Scholle unterscheiden: ein östlicher, mit vorwiegend junger und ein westlicher mit vorwiegend älterer Trias, dies- und jenseits der Hauptsüdnordlinie<sup>2)</sup> Innknie—Buchen—Wackerle in der Plaik—Westende der Gehrenspitze, der schmalsten Einschnürung unserer Scholle.

Im äußersten W, noch jenseits des Fernpasses liegt das Heiterwandgebiet, das uns jetzt nicht angeht. Anschließend folgt das Mieminger Gewölbe. Dies zerfällt (nach Ampferer) in zwei Abschnitte: einen östlichen bis zum Mariabergjoch, in dem nur der Südschenkel des Gewölbes erhalten ist, und einen westlichen von dort bis Buchen, mit beiden Gewölbeschenkeln.

Der Sattel ist im First geborsten und bald überschleibt der nördliche Schenkel den südlichen, bald der südliche den nördlichen (Süd-Norddruck!).

[Nach S folgt eine Mulde mit Hauptdolomit im Kern und alter Trias an den aufgebogenen südlichen Rändern.]

Im Mieminger Gebirge selbst überwiegen Wetterstein- und Muschelkalk, die die hohen Lagen bilden. Auch gegen N stellen sich immer jüngere Schichten im Nordschenkel ein (Gaistal), in W nur Raibler Schichten, in O Raibler und Hauptdolomit; doch sind die ursprünglichen Verbände stark gestört.

Jenseits der oben erwähnten Nord-Südlinie des Innknies findet man zunächst nur noch Hauptdolomit. Es folgt die Seefelder Hochfläche, die [bei starker (Glazial-) Erosion] nur verhältnismäßig geringe Meereshöhe mehr aufweist, auf sie das Seefelder Gebirge mit beträchtlichen Erhebungen [auf gleichfalls nur aus Hauptdolomit bestehend]. Seinen Faltenwurf konnte Ampferer nicht nur bis ins Karwendelgebirge hinein verfolgen, sondern er glaubte auch die Identität des Mieminger Zuges mit dem vordersten der Seefelder Gebiete zu erkennen und sah hierin einen Beweis für den natürlichen Zusammenhang aller dieser Gebiete [und die Scholleneinheit der Mieminger Scholle].

<sup>1)</sup> Soweit sie in unser Gebiet fallen.

<sup>2)</sup> Vgl. pag. 72 u. 85.

Auf pag. 40 sahen wir, daß noch Teile des Wettersteinkalkes der Arnspitzengruppe und Raibler Schichten zur Mieminger Scholle zu stellen sind, die ja — jenseits der Isar-Nord-Südauflängerung gegen S — wieder viel alte Trias zutage gehen läßt.

Solange die Mieminger Scholle an die Leutaschscholle grenzt, ist ihre steilstehende Nordgrenze fast gradlinig und ganz regelmäßig (vgl. pag. 53). (Nur wurde sie durch den Sprung bei Ahren, der von einer Horizontalbewegung begleitet ist, ein wenig nachträglich verschoben [vgl. pag. 42 u. 51]).

Vom Hohen Sattel bis zum Westende der Leutaschscholle (aus Wettersteinkalk) bilden Hauptdolomitschichten die Nordgrenze der Mieminger Scholle.

Sobald diese an die Vorbergscholle stößt, wird die Grenze unregelmäßig, gleichörtlich (d. h. etwa von der Verlängerung der Westbegrenzung der Leutaschscholle gegen S nach W an) mit der Aufwölbung des eigentlichen Mieminger Gebirgssattels, der in so auffallendem Gegensatze zum Hauptdolomit der Seefelder Gebirge und zur Seefelder Hochfläche steht. Mit anderen Worten ausgedrückt: Solange die Mieminger Scholle über Tag nur Hauptdolomitschichten zeigt und damit einen geringeren Grad von Auffaltung und Abtragung, ist ihre Nordgrenze gradlinig.

Jenseits der Innknieenordsüdlinie, mit dem Eintritt in die Region der Vorberg- und der Zwischenscholle [in die Region der intensiven Auffaltung der Jurakreidemulde] wird die Nordgrenze — gleichzeitig mit dem Aufbrechen des Mieminger Sattels — unregelmäßig; sie springt bald nach N vor, bald gegen S zurück.

Zugleich sind Längsstörungen und Querstörungen im Bau des nördlichen Gewölbeschenkels zu beobachten. Die ersteren scheinen die primären zu sein und sind wohl auf Widerstände gegen die Ostbewegung der Mieminger Scholle zurückzuführen. Diese trennten — an longitudinalen Reißlinien — Parallelschöllchen vom Nordrande ab und schufen durch das Vorbeigleiten der Hauptmasse an den passiv gewordenen Randteilen jene Verdopplungen, die auf der Reisschen Karte und meinem Übersichtskärtchen gut heraustreten.

Bis zum Nollenkopf ist der ungestörte Verband der Mieminger Scholle, der die Nordgrenze mit Hauptdolomitschichten bildet, wohl in der Hauptsache noch erhalten.

Vom Leithentale bis zu dem Bache, der von dem Feldernjöchel herabzieht, ist sie von verschiedenen Schichten gebildet, die einer stark durch Querstörungen zerstückten „nördlichen Randzone“ angehören. [Die Hauptmasse des Mieminger Gewölbes beginnt erst jenseits der Leutascher Ache.] Bald sind es Glieder der Raibler, bald ist es wiederum Hauptdolomit. Wo die Schuttmassen der Vorberge sehr weit nach S vordringen, ist sogar bisweilen der Wettersteinkalk als nördlichstes Schichtenglied erschlossen; doch darf dann wohl stets mit einer Verschüttung jüngerer Schichten gerechnet werden.

Das ganze Randgebiet nördlich des Mieminger Gewölbes ist früher als Gaistalmulde bezeichnet worden; dies ging zu weit. Eine tektonische Mulde kann höchstens im geschlossenen Hauptdolomitgebiet zwischen Klamm- und Leithenbach gefunden werden, wo im S der Haupt-



dolomit normal nordfällt, im N dagegen bisweilen gegen S (SO). Diese verallgemeinernde Deutung [in Profil IV meiner Profiltafel] ist also fraglich, da die Abweichungen vom N-Fallen — in Anbetracht der für den Hauptdolomit charakteristischen Wechselfähigkeit in der Richtung des Einfallens — ganz gut als lokale Erscheinungen angesehen werden könnten.

Aus dem gleichen Grunde ist es schwer [in diesen, noch dazu schlecht aufgeschlossenen, oft schichtungslosen Massen] die lokalen Störungen von den weiterreichenden zu trennen und letztere zu verfolgen. Sie werden vielleicht im Hauptdolomitgebiet noch vorhanden sein, da sie ja im anstoßenden Raibler Gebiet so häufig sind, in welchem die reiche Gliederung an Hand der sorgfältigen Reis'schen Aufnahmen einen guten Überblick gestattet.

Im W fehlen südfallende Schichtenkomplexe nicht. Immerhin kann von einer „Mulde“ bei der so weitgehenden Zerstücklung schwerlich die Rede sein.

Nördlich der eigentlichen Mieminger Sattelscholle kann man (vgl. das Übersichtskärtchen) zwei Randzonen unterscheiden, die sich mehr oder weniger deutlich voneinander und vom Hauptgewölbe abheben, je nachdem die Schuttbedeckung eine größere oder geringere ist.

Die südlichere und im allgemeinen westlichere besteht aus Wettersteinkalk und ist gegen das Hauptgewölbe durch eine höchst auffallende Terrasse abgesetzt<sup>1)</sup>.

Ihr Wettersteinkalk liegt im W wenigstens (westlich der Pestkapelle) zumeist horizontal.

Sie erstreckt sich von der Langenlähm über die Pestkapelle und die Feldernalmhütte (bis hierher ist ihre Nordgrenze leicht zu verfolgen — erst besteht sie in einer Geländestufe, dann folgt sie dem von der Quelle bei der Pestkapelle entspringenden Zufluß des Geißtaches) bis zur Tillfußalm; ja vielleicht sind die am Leutascher Wege vor dem Köthbache anstehenden Wettersteinkalkschichten noch zu dieser Zone zu stellen. Gegen S bildet hier die Leutascher Ache die Grenze, südlich deren noch die Raibler Schichten des Mieminger Hauptgewölbes ins Tal einschließen. Gegen W wird der Nachweis mit dem Auskeilen der Raibler schwieriger; doch besagt der Gegensatz zwischen dem steilnordfallenden Wettersteinkalke (Breitenkopf, Igelskopf, Tajakopf, Sonnspez) des Gewölbes und der breiten schutt- und moränenbedeckten Terrasse, auf der der Negelsee und die Seebenalmhütte liegen, genug.

Ob der Schachtkopf zu dieser Zone zu stellen ist, wie es das Übersichtskärtchen andeutet, mag dahingestellt bleiben.

Diese südlichere Randzone mußte, weil aus Wettersteinkalk bestehend, besser erhalten bleiben als die nördlichste, in der Raibler Schichten den Hauptdolomit und den Wettersteinkalk weit überwiegen.

Ihr östlicher Abschnitt zwischen dem Leithenbach und dem vom Felderjöchl kommenden Bache, [dem Wettersteinkalk fehlt], mag noch

<sup>1)</sup> Wer je am Holzereck oder unter dem Wetterwandeckeeinstieg gestanden hat, dem wird diese so deutliche, so weithin verfolgbare Terrasse sich ins Gedächtnis geprägt, den wird sie zum Nachdenken veranlaßt haben.

enge Zusammenhänge mit der südlich benachbarten Zone aufweisen und erst in verhältnismäßig später Schubphase von ihr abgetrennt sein. Aber er ist weit stärker gestört als jene. Quer- und Diagonalverwerfungen (letztere im „Gaiselt“) sind häufig, korrespondieren aber nicht direkt mit den Abdrungen der Vorbergscholle (pag. 68 ff.).

Südlich der Westbegrenzung der Vorbergscholle im engeren Sinne stellen sich am Westende dieses östlichen Abschnittes ganz junge Schichten, Teile der Jurakreidemulde, am Nordrand der Mieminger Scholle ein.

Im Gebiete der Feldernalm sind die Aufschlüsse spärlich. In den Bachrissen sieht man Teilschöllchen älterer und mittlerer Trias (die, da der natürliche Verband bei der weitgehenden Zerstückelung fast stets gelöst und der Schichtbestand der Vorberg- und der Mieminger Scholle der gleiche ist, jeder von beiden ursprünglich angehören könnte) mit sicher aus der Jurakreidemulde herrührenden jüngeren Schichten gemengt.

Weiter westlich werden die Aufschlüsse im Issentalköpfkomplexe besser und die jungen Schichten sind auf die quergestellte Mulde und den Nordrand beschränkt: die Zerstückelung ist aber noch denkbar groß.

Hier stehen wir vor 3 Fragen:

1. Ist die Herkunft der Einzelschöllchen im Issentalköpfkomplex noch auch nur mit annähernder Sicherheit nachzuweisen?
2. Ist dieser Komplex überhaupt noch als eine „Einheit“ von tektonischer Bedeutung anzusehen und, wenn ja,
3. ist er dann zur Vorberg- oder zur Mieminger Scholle zu stellen?

#### Prüfung der einzelnen Bestandteile.

Die Kössener Schichten, die gleichfalls (siehe oben) randlich angeordnet sind und geringe Verbreitung haben, sind in den beiden Triasschollen noch nicht nachgewiesen worden und dürften zur Jurakreidemulde zu rechnen sein. Der Kössener Zwickel am Fuß des vorderen Oberlähnkopfes, welcher in der Karte fehlt (vgl. 1, pag. 113, Nr. 13), braucht nicht als Zeuge für das Vorkommen von Rhät im normalen Verbands der Mieminger Scholle angesehen zu werden; sein Vorkommen muß wohl tektonisch erklärt werden.

Am unsichersten ist die Herkunft des Hauptdolomits.

Die Hauptdolomitschichten könnten in allem 3 Schollen angehören, aber auffallenderweise finden wir sie in keiner der dreien in unmittelbarer Nähe des fraglichen Bezirkes.

Am nächsten noch in der nördlichen Zone unter dem Muschelkalk des Vorderen Oberlähnkopfes; in der Vorbergscholle noch weiter westlich erst am Steinernen Hüttl.

Aus der eigentlichen Jurakreidemulde ist zwar kein einwandfreies Vorkommen von Hauptdolomit bekannt, aber wo Kössener Schichten gefunden werden, da würde auch eine Entblößung des Hauptdolomits, zumal Plattenkalke fehlen können, nicht unmöglich sein. Es ist vielleicht kein akzidentielles Zusammentreffen, daß der Hauptdolomit

stets neben Gliedern der Jurakreidemulde gewissermaßen in randlicher Lage liegt, wie zum Beispiel der den Gipfel der Issentalköpfl bildende neben den so versteinungsreichen Kössenern der Ehrwalder Alm. Für eine Zurechnung zur Jurakreidemulde spricht die Tatsache, daß hier die Störung und Aufpressung besonders stark war: gegen die zu den beiden anderen Schollen, daß in beiden der Schichtbestand von O nach W sichtlich verarmt.

Endlich wäre es nicht ausgeschlossen, daß der Hauptdolomit keiner der 3 Schollen entstammt, daß er irgendwo abgerissen und vor den Schubmassen hergeschoben ist. Doch fehlen dafür alle Anhaltspunkte.

Die Raibler und der Wettersteinkalk können dagegen nur den beiden Triasschollen entstammen. In der Vorbergscholle überwog bis dahin der Wettersteinkalk an Areal der Raibler weit, während in den nördlichen Zonen und im Issentalköpflkomplex das Verhältnis eher umgekehrt ist.

Die Vergleichung der Areale darf aber kein Argument für eine Zurechnung sein, da große Gebiete zwischen den Issentalköpfln und den Westenden der beiden in Frage kommenden Schollen durch Schutt und Moräne verdeckt sind, in denen sich zum Beispiel eine Abnahme des Wettersteinkalkes der Vorbergscholle gegen W hätte abhaken können. Eine solche ist vielleicht schon in den aufgeschlossenen Gebieten vorbereitet. (Der Muschelkalk fehlt vom Schönberge ab nach W).

Wir beantworten Frage 1 folgendermaßen:

Nur für die Schichten vom Neokom bis zum Rhät einschließlich kann die Herkunft mit Sicherheit festgestellt werden. Sie entstammen der Jurakreidemulde. Für den Hauptdolomit, die Raibler und den Wettersteinkalk ist das nicht möglich.

Trotz obiger Feststellung kann nach Ausscheidung der älteren Schichten bis zu den Kössenern einschließlich hinauf in diesem Komplex [unter Bejahung von Frage 2] eine Einheit, die tektonisch ist, gesehen werden.

Sie besteht in dem Gegensatz zu den nachweislich zur Jurakreidemulde gehörigen Gliedern der quergestellten NS-Mulde westlich unseres Komplexes.

Dieser hat, nachdem er die heutige Zusammensetzung erhalten hatte, jene Schichten abgeschert und quergestellt. Hätte er nach dieser Querstellung noch wesentliche Veränderungen erfahren, so würden diese eine erhebliche Störung der Quermulde bewirkt haben müssen, was aber nicht der Fall ist.

Die weite Erstreckung des letzteren steht in einem — nur so begreiflichen — Gegensatz zur kleinlichen Zerstückelung innerhalb des Issentalköpflkomplexes, dem die Hauptdolomitmassen [gleichgültig, welcher Herkunft sie sind] schon zur Zeit der Querstellung angehörten.

Die dritte Frage ist folgendermaßen zu beantworten:

Da die Hauptstreichrichtung innerhalb des Komplexes die gleiche ist, wie innerhalb der Vorberg- und Mieminger Scholle (O—W), da die Banelemente die gleichen sind und da er endlich — beiden be-

nachbart -- in der Verlängerung sowohl der Vorbergscholle als auch der Randzone liegt, versagen die Hauptkriterien, die für die Zurechnung zu Schollen zu Gebote stehen.

[Eine Bewegung gegen O, die die Einheitlichkeit des Komplexes nachwies, machen gleichfalls beide Schollen durch. Die den Durchschnittshöhen der Vorbergschollengipfel annähernd entsprechende Höhenlage der Issentalköpfe kann durch die Hebung beim sekundären Südschub hinreichend erklärt werden.]

So muß wohl die 3. Frage offen bleiben.

(Bezüglich der Entscheidung, die eine graphische Darstellung verlangte, vgl. pag. 29 und pag. 32).

Für die Gesamtaufassung ist es ziemlich belanglos, ob der Ostschub der Vorbergscholle oder der der Mieminger Scholle die Fastquerstellung ausführte.

### Der Schub der Mieminger Scholle.

Die Mieminger Scholle geht in unserem Gebiete noch nicht aus, sondern erstreckt sich weiter nach W in die Lechtaler Alpen. Darum kann auch in unserem Gebiete kein so prächtiger Stirnrand, wie er sich am Westende des Wettersteingebirges bietet, erwartet werden.

Jenseits des Madauer- und Parseiertales bieten quergestellte Mulden junger Schichten einen sicheren Beweis für einen Ostschub. Jenseits dieser Linie löst sich die Schubmasse in immer kleiner werdender Inselchen auf, die — entsprechend der Hebung der Schubfläche in den Lechtaler Alpen von O nach W — schließlich nur noch die Gipfel krönen (nach Ampferer 30).

Aber selbst innerhalb unseres Gebietes findet man hinreichende Beweise für den Ostschub der Mieminger Scholle: so am Westfuße des Schachtkopfes, an welchem Juraschichten mitten im Hauptdolomit-Plattenkalkareal des Fernpasses aufgeschlossen sind. Leider ist dieser partielle Stirnrand stark verschüttet.

Die beiden nördlichen Randzonen der Mieminger Scholle und ihre Störungen sind hierher zu rechnen: sie sind longitudinal abgespalten, die Negelseeterrassenzone ist vielleicht noch einseitig in ihren südlichen Partien durch Ostschub überfahren worden. Der Schachtkopf selbst ist ein Analogon des Ehrwalder Köpfls.

Endlich sind die Vorbergscholle selbst (ihre heutige transversale Lage) und die sekundären Ablenkungen ihrer Einzelschöllchen nur durch den Ostschub der Mieminger Scholle zu erklären.

Gegen Norden und Süden begrenzen Randspalten in steiler Stellung die Mieminger Scholle sowohl in unserem Gebiete wie in den Lechtaler Alpen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> 30, pag. 12: „Die Grenze zwischen Kalkalpen und Kristallin ist eine mächtige Bewegungszone, der entlang verschiedenes Gebirge steil gepreßt aneinander stößt.“ „... daß entlang der ‚Inntallinie‘... nach der Gosauzeit bedeutende Verschiebungen stattgefunden haben...“ Pag. 13: „Die Grenzfläche steht in nuserem Bereiche allenthalben steil“. Soweit handelte es sich um die Grenzfläche zwischen Kristallin und der Lechtaler Alpen überhaupt. Über die Südgrenze der „Inntaldecke“, die in der Gegend von Schönfließ von W her das Inntal erreicht,

An der Nordgrenze scheint die Randspalte nur dann vollkommen steil zu stehen, wenn sie auch vollkommen ostwestlich verläuft. Sobald diese Grenze im rechten Winkel nach S abbiegt, kommt es zu Stirnrand ähnlichen Bildungen mit flacher Schubfläche. So wie sie schräg diagonal gegen WSW gerichtet ist, ergibt sich der Effekt eines einschärigen, einseitigen, einseitig den Untergrund aufrichtenden Pfluges (vom Mariabergjoch nach W gegen die Heiterwandlinie).

Die „Inntallinie“ (Ampferers) im Süden ist von fast noch größerer Wichtigkeit als die Nordgrenze. Sie muß während der Schubphase der Mieminger Scholle das feste Scharnier gewesen sein, entlang dem sich diese gegen W schob und das nicht nachgab. So erklärt sich, daß aller Druck, welcher beim Ostschub der gegen O sich verbreiternden Scholle entstand (deren Durchzugsraum noch dazu durch das Zurückbleiben der Vorbergscholle verengt war), innerhalb dieser Scholle und gegen N wirkte.

Innerhalb dieser Scholle: bald ist der nördliche Gewölbeschenkel des Mieminger Hochgebirges über den südlichen, bald der südliche über den nördlichen geschoben.

Gegen Norden: Quetschung der nördlichen Randzone, Hebung der Vorbergscholle, intensive Sekundärfaltung der Jurakreidemulde.

Östlich der Hauptnordsüdlinie <sup>1)</sup> (von der Zone zwischen dieser und dem Mariabergjoch mag hier, weil sie „unnormale“ ist, abgesehen werden) divergieren die Nordgrenzen von Mieminger Scholle und Kristallin sehr stark. Erstere streicht longitudinal mit einer unbedeutenden Abweichung nach ONO bis zum Brunnensteineck — weiter haben wir sie noch nicht verfolgt — letztere gegen OSW auf Innsbruck zu.

In diesem offeneren Felde fehlen nicht nur alle Sekundärstörungen, sondern es ist auch fast nur junge Trias aufgefaltet.

Betrachtet man diese Verhältnisse vom Standpunkt der Ostwestbewegungen, so fällt zunächst auf, daß die Leutaschscholle gerade an der Hauptnordsüdlinie ihr Westende erreicht, zum Stehen kommt.

Die Mieminger Scholle gleitet an ihr (mit steiler Randspalte) vorbei, erfährt aber von nun an die größten Störungen in sich, Abspaltungen und Stauungen; diese äußern sich in südlichem Sekundärdruck, heben die Vorbergscholle und falten die Jurakreidemulde intensiv.

An anderer Stelle <sup>2)</sup> wurde der Zusammenhang dieser Erscheinungen mit den Schubphasen des Nordflügels nachgewiesen. Dieser konnte

---

sagt Ampferer pag. 16: „Hier scheint sich diese Bewegungsfläche jener an der Grenze von Kalkalpen und Urgebirge anzugliedern.“

Damit scheint Ampferer, ohne es deutlich anzusprechen, den **Ostschub** seiner „Inntaldecke“ anzunehmen, im Gegensatz zum Querschnitt (6, pag. 683) indem er noch sagte:

„Da wir nun diese Scholle von N nicht aus ihrem Untergrund und wegen ihrer weiten Erstreckung auch nicht gut von O her ableiten können, so bleibt nur übrig, sie von S her zu beziehen.“ Diese neue Anschauungsweise deckt sich vollkommen mit den Resultaten dieser Arbeit.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 72 u. 79.

<sup>2)</sup> Vgl. pag. 76, 94 u. 95.

aber nur die Faltung verstärken, konnte den Anlaß bieten zum Zurückbleiben zum Beispiel der Vorbergscholle.

Die Vorbedingungen hierzu, die Zertrümmerung des Gewölbefirstes, mußte schon vorher in östlicherer Lage geschehen sein, und zwar war dies möglich bei der Passierung der Hauptnordsüdlinie.

Es hat also den Anschein, daß die Enge von Telfs, der Nordvorstoß des Kristallin schon vor der Schubphase bestand, eine Frage, die ich mich mangels hinreichender Detailkenntnisse vom Bau des Zentralmassivs nicht zu entscheiden getraue.

Ampferer hat (unter anderem in 4) die Vermutung ausgesprochen — ich weiß nicht, ob er noch an ihr zurzeit festhält oder Gegenbeweise gefunden hat —, daß das Zentralmassiv mit dem Telfser Zipfel auf den Kalkalpen läge und die Depression der Seefelder Hochfläche mitverursacht hätte. Ein solcher Vorstoß müßte also erst nach der Schubphase eingetreten sein und zu beiden Seiten der Hauptnordsüdlinie gleichsinnig gewirkt haben, wovon nichts zu sehen ist. Da die Hauptnordsüdlinie auch nicht in das Zentralmassiv fortsetzt (vgl. dessen regelmäßigen Bau auf Blatt Zirl, 26), so kann kein einseitiger aus dem Zentralmassiv kommender Stoß von S die Ursache der auf die Westhälfte der Mieminger Scholle beschränkten Störungen sein.

Nimmt man aber, vorerst als Arbeitshypothese, an, daß der Vorstoß schon vor der Schubphase bestand, so erklären sich die Störungen westlich der Nordsüdlinie von selbst. Die Mieminger Scholle, die vor Passierung dieser Linie nur schwächer gefaltet war, erlitt, als sie durch die Enge gezwängt wurde, Katastrophen.

Nach Ampferer bestehen die westlichsten Teile der Inntaldecke noch aus Hauptdolomit. Als diese Westenden<sup>1)</sup> des Südflügels der großen Schubmassen die Enge überschritten, war [abgesehen von ihrer vielleicht geringen Breite] der Ausweichraum nach N hin noch nicht durch den erst allmählich sich verkeilenden Nordflügel versperrt.

Die Ursachen, aus denen die Hinteren Karwendelketten (der Mieminger Scholle) so hoch gefaltet sind — das Seefelder Hochgebirge vermittelt zwischen diesen und der Seefelder Hochfläche — und die östliche Fortsetzung der Leutaschscholle-Vorderen Karwendelschubmasse sollen in einer weiteren Arbeit untersucht werden.

## L. Das Problem der Wamberger Scholle und die Vorschuppe(n).

Der Gedanke an die gänzliche Vertretung des Wettersteinkalkes<sup>2)</sup> ist, wie schon gesagt, von keiner Seite a limine abgewiesen worden.

Freilich neigt Reis, auf dessen Urteil es in erster Linie ankommt, ihm nicht zu. Es nimmt eine doppelseitige Vertretung der Partnachsichten durch Muschel- und Wettersteinkalk (und umgekehrt) an, glaubt aber, daß stets noch Wettersteinkalk entwickelt war;

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 21, 93 u. 94.

<sup>2)</sup> Wie er in anderen Gebieten der Ostalpen angenommen worden ist.

wo dieser, wie über der Wamberger Scholle, fehlt, soll er erodiert sein.

Dementsprechend sieht er die Raibler Schichten, die die Wamberger Scholle zu Dreiviertel umgeben, für von O her überschoben an: „so daß ein nach W offenes Fenster oder ein fensterartiger Schlitz, das gewiß auch zu einem nicht geringen Teil Erosionsfenster sein könnte, entstand.“

Nirgendwo ist ein für eine konkordante Ablagerung der Raibler Schichten über die Partnachsichten zeugendes Profil zu beobachten; vielmehr legen sich erstere mit eigenem Faltenwurf neben und über die Wamberger Scholle.

Gleichwohl ist diese weitverbreitete unmittelbare Nachbarschaft von unteren Raibler Sandsteinen und Partnachsichten der Wamberger Scholle derart frappierend, daß anfänglich ein jeder, der mit jenen Verhältnisse sich zu beschäftigen beginnt, dem Vertretungsgedanken als der scheinbar einfachsten Lösung Raum gewähren wird.

### Was spricht für fazielle Vertretung?

Zunächst die große Mächtigkeit der Partnachsichten (400 m und mehr); „es ist ausgeschlossen, daß diese Zahl etwa eine mehrfache Wiederholung geringerer Mächtigkeit darstellt“ (Reis).

Im Falle der totalen Vertretung müßte man also der Mergelfazies mindestens die halbe Mächtigkeit der Kalkfazies<sup>1)</sup> zuerkennen; ja die ursprüngliche Mächtigkeit der recht weichen Mergel könnte bedeutender gewesen sein. (Vgl. 1, pag. 65 ff.)

Ferner ist es gewiß bemerkenswert, daß nirgends im Bereiche oder an den Grenzen der Wamberger Scholle Partnachsichten und Wettersteinkalk, und sei es nur tektonisch zusammengebracht, aneinanderstoßen.

Daraus freilich, daß beide, die Wamberger Scholle und die sie begleitenden Raibler, ausgesprochen längsgesattelt sind, kann kein Argument für oder wider eine Lösung gewonnen werden. Denn ähnliche Längssättel [und Längsmulden] finden sich als Folgen der primären SN-Faltung überall in unserem Gebiete, wo keine besonders unnormalen Verhältnisse vorliegen, und der Schub von O nach W mußte ein dem heutigen ähnliches Bild hervorbringen.

Daß ein Ostschub, wie Reis ihn annimmt, tatsächlich stattgefunden hat, das beweisen die zahlreichen Quer- und Diagonalstörungen im östlichen Dreiviertel der Wamberger Scholle<sup>2)</sup> einwandfrei, ebenso die transversale Vermehrung der Zahl der Sättel an manchen Stellen, die nur als eine Verkürzung der Längenerstreckung, als Folgen der Ausweichbewegung bei Ostdruck auffaßbar sind.

Jedoch schließen sich Ostschub und völlige fazielle Vertretung nicht aus. Man könnte ersterem Rechnung tragen und trotzdem — um der Annahme einer den Wettersteinkalk völlig abtragenden Erosion

<sup>1)</sup> Das „Riff“ des Wettersteinkalkes hat über 800 m Mächtigkeit.

<sup>2)</sup> Die in gewissem Sinne ein Analogon zur Zerstückelung der Vorbergscholle bilden.

zu entgehen, weil für diese zunächst **positive** Argumente noch fehlen — an der völligen faziellen Vertretung festhalten.

In diesem Falle müßte man annehmen, daß die Raibler Sandsteine konkordant über den obersten Partnachsichten abgelagert wären und daß der Ostschub wenigstens an manchen Stellen (siehe unten) keine erhebliche Längsverschiebung<sup>1)</sup> hervorgebracht habe.

Dagegen habe er die Verwischung des ursprünglichen Bildes, vor allem die Zerstörung der normalen Profile bewirkt (indem längs der Auflagerungsfläche eine solche Abspaltung eingetreten sei, wie sie diejenigen annehmen müssen [Abspaltung des Raibler vom Wettersteinkalk], die mit Reis die Raibler von O her über die Partnachsichten geschoben sein lassen). Die nach W bewegten Raibler müßten nach der Ablösung partiell dann die tektonisch basal gewordenen Partnachsichten überfahren und gestaut, ja auch den Muschelkalk aufgedreht haben. Damit wäre zwanglos der Muschelkalkklotz nördlich des Salzgrabens und die Anhäufung der Partnachsichten am Fuchstern nordwestlich der Partnachklamm, ferner die relativ einfache Lagerung in dem Teil der Wamberger Scholle zwischen Risserjoch und Kreuzjoch erklärt, wenn man nur diese beiden höchsten Erhebungen der Raibler als die am wenigsten weit nach O verschobenen Widerlager ansähe, vor dem sich die Hauptmasse der Wamberger Scholle gestaut hätte. Letztere hätte wiederum das auffällige Ausweichen des nördlichen Raibler Zuges [Partenkirchen—Barmsee] nach N verursacht.

Diese Erklärung hat etwas Bestechendes und doch keinen Bestand; denn die Wamberger Scholle erstreckt sich noch weiter nach W bis fast an den Eibsee und die unten besprochenen Zusammenhänge mit den Muschelkalk- und Partnachsichten im Riffel- und Stangenwalde sind unverkennbar.

Warum fehlt dort die Raibler-Nachbarschaft vollkommen? Besonders im N, westlich vom Risserkopf, hätte sie sich leicht erhalten können und müßte einmal aus der Blockbedeckung herauslugen. Endlich ist es doch befremdlich, daß kein einziger gemeinsamer Zug durch die Störungen der Wamberger Scholle und der sie begleitenden Raibler geht.

---

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei gleich hier bemerkt: Aus den Stauungen vor den — aus Risserkopf- und Kreuzjochraiblern gebildeten — Widerlagern ist gleichfalls kein Argument für oder wider die totale fazielle Vertretung abzuleiten. Hat man die letztere Erklärungsmöglichkeit im Auge, so ist mit mehreren Schubphasen, wie an der Südseite des Wettersteingebirges, zu rechnen. Eine erste hätte dann eine An- und Überschiebung im Sinne von Reis bewirkt; sie wäre mit der Verankerung der Risserkopf- und Kreuzjochschollen beendet gewesen; eine weitere hätte dann die oben geschilderten Stauungen bewirkt.

---

<sup>1)</sup> Von einem Süddruck ist nirgends etwas wahrzunehmen. Von S her kann die östliche Hauptwettersteinscholle nicht über die Wamberger Scholle hinweggegangen sein; denn sie müßte in den empfindlichen Partnachsichten entsprechende Störungen hervorgebracht haben.



### - Die Vorschuppe(n) der Hauptwettersteinscholle.

Wie schon ausgeführt, lag das erheblichste Bedenken gegen die Reissche Anschauung darin, daß keine Argumente für die Erosion des vielleicht einstmals die Partnachsichten bedeckenden Wettersteinkalkes gefunden wurde. Die folgende Erwägung setzt sie in ein neues Licht.

Am Westabbruch des Wettersteingebirges wird die Muschelkalkscholle des Ehrwalder Köpfls durch die Hauptwettersteinscholle überschoben. Durch die zwischen beide eingeschalteten Jurafetzen wird sie als eigene Vorscholle besonders deutlich gemacht.

Es ist erheblich, daß sie ausschließlich aus Muschelkalk besteht, daß sich in den überschiebenden Triasmassen nach O hin immer jüngere Schichten einstellen. Diese Beobachtung ist nicht für unser Gebiet, sondern für große Teile der nördlichen Ostalpen die Regel und mag als Gesetz angesehen werden.

Diese Vorschuppe<sup>1)</sup> findet in dem Muschelkalk vom Zuggraben, vom Riffelwald und Stangenberg eine Analogie. Es ist kein kühner Schluß, alle diese Massen älterer Trias (im N stellen sich noch Partnachsichten ein) als Reste des westlichen Frontteiles der Wettersteinschubmasse aufzufassen, die, abgelöst, vorzeitig zum Stillstand kamen und dann teils über-, teils angefahren wurden.

In unmittelbarer Nähe dieser Vorkommen findet sich (in etwas tieferer Lage) das letzte westliche Viertel der Wamberger Scholle<sup>2)</sup>, dem, wie schon bemerkt, die Raibler Nachbarschaft fehlt.

Da beide aus fast gleichaltrigen Schichten bestehen [nur nach S hin wiegt der Muschelkalk vor, während gerade der äußerste Westteil der Wamberger Scholle fast ganz aus Partnachsichten gebildet ist], da ferner die Vorkommen im Stangen- und Riffelwald noch im Streichen der Wamberger Scholle liegen, so muß man sie wohl zusammenfassen und beide, wie die Vorschuppe des Ehrwalder Köpfls als die zurückgebliebenen, respektive überschobenen Reste des westlichen Frontteiles der großen Triasschubmassen ansehen.

Mit dieser auf den ersten Blick vielleicht befremdlichen Annahme lösen sich in der Tat fast alle Schwierigkeiten.

Der Wettersteinkalk fehlt über den Partnachsichten schon seit Zeiten, die vor dem Ostwestschub liegen, und zwar aus gleichen

<sup>1)</sup> Die großen Schuttmassen nordwestlich des Zugspitz-Waxensteinzuges verdecken den Sockel der Schubmasse. So ist es nicht möglich festzustellen, ob eine einheitliche tektonische Linie vom Ehrwalder Köpfl bis Hammersbach durchstreicht, etwa so wie das Übersichtskärtchen es darstellt.

Möglicherweise ist sie innerhalb der gewaltigen Muschelkalkmassen des Sockels teilweise aufgeschlossen und es waren nur die Schroffheit der Abstürze im W, die Waldbedeckung im N der Auffindung hinderlich.

Man kann also entweder mit einer oder mit zwei Vorschuppen rechnen; im Grunde ist es ohne Belang, wozu man sich entscheidet.

Die Partnachsichten am Zuggraben, bei der Alpehütte und im Stangenwalde beweisen die Selbständigkeit der Vorschuppe(n).

<sup>2)</sup> Wenn auch die Bloekanhäufung und Diluvialbedeckung das westliche Viertel in Inseln zerlegen und damit den Zusammenhang der einzelnen Teile stören, so wäre eine Abtrennung von der geschlossenen östlichen Hauptmasse jenseits des Hammersbaches durch nichts gerechtfertigt.

Ursachen, aus denen der Schichtbestand der großen Triasschubmassen [gesetzmäßig] von W nach O hin erst zunimmt.

Seine Erodierung mag durch seine geringere Mächtigkeit auf Grund einer partiellen Vertretung durch die Partnachsichten erleichtert worden sein.

Es ist ein Vorzug dieser Auffassung, daß sie die totale fazielle Vertretung keineswegs ausschließt. Wer sie jedoch, wie der Verfasser als nicht hinreichend motiviert erachtet, dem erklärt sich das Fehlen der Raibler im W damit, daß sie dort nie zur Ablagerung gekommen sind, ihr Vorhandensein in O aber, wie schon oben angedeutet, durch tektonische Vorgänge. Ein Schub von O hat es bewirkt, daß die spiegelbildlich zueinander gelagerten Risserkopf- und Kreuzjochschollen etwa auf einer nordsüdlichen Linie ihr Westende erreichen. Während sich der Risserkopfscholle keinerlei Hindernisse entgegensezten, kam die Kreuzjochscholle, ein Teil der östlichen Hauptwettersteinscholle, zum Stillstand, als die Schubenergie nicht mehr hinreichte, die überfahrene westliche Hauptwettersteinscholle noch weiter zu überfahren. Dieser an sich unmotivierter, gleichörtlicher Stillstand der (nördlichen) Risserkopfscholle ist von Erkenntniswert.

Darin liegt ein Beweis für die Scholleneinheit der gesamten Raiblerumrandung der Wamberger Scholle.

Von der weiteren Schubphase, die die Stauungen etc. herbeiführte, ist schon oben ausführlich gesprochen worden.

Die hier vorgeschlagene Lösung, die eigentlich nur eine Modifikation der Reisschen ist, rückt manche wenig beachtete Tatsache in ein neues Licht.

Wenn sie auch die Entstehung der Eibseedepression nicht erklärt, so läßt sie diese doch als sehr alt erscheinen. Denn in ihr scheint sich die Wamberger Scholle „verfangen“ zu haben.

Die tiefe Lage der Wamberger Scholle, die höhere der Vorschuppen vom Riffel- und Stangenwald, die höchste der (westlichen) Hauptwettersteinscholle scheinen jedoch nicht ohne weiteres als Grundlage zu einer Chronologie der Schubphasen ausgewertet werden zu dürfen — wegen der Mangelhaftigkeit der Aufschlüsse, die es auch untunlich erscheinen lassen, aus der Anordnung des Vorkommens von Partnachsichten am Nordfuß des großen Waxensteins Schlüsse über die Faziesverteilung vor den Schubphasen zu ziehen.

Dagegen mag die Wamberger Scholle als ein nördliches Gegenstück, das aber im Vorstoß nach W vorzeitig gehemmt wurde, zur Mieminger Scholle (Ampferers Inntaldecke) gesehen werden, die sich ja weit nach W bis ins Bsclapstal erstrecken soll.

### M. Das nördliche Vorland.

Für dieses lassen sich aus den Ergebnissen des vorigen Kapitels nur wenige Erklärungsmomente gewinnen und ich glaube, daß wir erst die Neuaufnahmen<sup>1)</sup> abwarten müssen.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 1, Anm. 1.

Es handelt sich jetzt nur um die Frage, ob und wie weit die Schollen des Wettersteingebirges sich nach N erstrecken.

Jenseits der Loisach scheinen sich diese, wenn wir von dem Raibler Aufschluß am Loisachknie unweit Garmisch absehen<sup>1)</sup>, nicht mehr zu erstrecken. Vielmehr bildet der Loisachlauf — von der Schmelz bis Garmisch (SW—NO) — eine ausgesprochene Grenze: im NW liegt Hauptdolomit von eigentümlichem Baue, im SO das Wettersteinkalkgebirgssystem. Diese Grenze läßt sich gradlinig über die Schmelz hinaus nach NSW bis in die Gegend des Eibsees—Zuggasse verfolgen. Sie markiert sich durch eine von ganz jungen Gebilden überdeckte Depression, der auch die Eibseestraße folgt. Hier an der Zuggasse stoßen wir auf Kössener, die unzweifelhaft als basal anzusehen sind.

Jenseits der Loisach liegen die Verhältnisse schwieriger. Bei Partenkirchen sind Vorland (Plattenkalke und Hauptdolomit) von den Raiblern der Fauckenschlucht leicht zu trennen. Erstere sind wohl einem Vorlandssystem, letztere mit Sicherheit der östlichen Hauptwettersteinscholle zuzurechnen. Je weiter wir aber nach O gehen, desto weniger Anhaltspunkte finden wir für eine derartige Teilung. Wir müssen uns hier bescheiden, bis die Neuaufnahme unsere Kenntnisse erweitert.

Aus diesen Gründen, d. h. wegen unzureichender Kenntnis des Vorlandbaues vermeide ich es auch, die von *Ampferer* auf diese Gebiete ausgedehnte Lechtaldecke zu übernehmen.

## N. Die beiden Hauptwettersteinschollen

sind in den vorstehenden Kapiteln, je nach Erfordernis, schon mitbesprochen worden<sup>2)</sup>, so daß nur eine Zusammenfassung erforderlich ist.

Die Vorschuppen bilden — anfänglich wohl hinter der Wamberger Scholle liegend — mit dieser den westlichsten Teil des Nordflügels<sup>3)</sup> und sind von der westlichen Hauptwettersteinscholle überschoben, diese wieder von der östlichen mit einem schönen Stirnrand östlich des Höllentalbodens.

Da beide Schollen aus dem gleichen Material bestehen, ist die Trennung der einzelnen Teile oft schwer, besonders im Partnachtales.

Von W nach O nimmt der Schichtenreichtum zu: so stellen sich in der östlichen Raibler und Hauptdolomit ein, während der Wettersteinkalk auf die randlichen Zonen beschränkt wird. Muschelkalk scheint nur noch im Würzberggewölbe erschlossen zu sein.

Die östliche Scholle scheint ihren natürlichen Verband nach N besser als die anderen gewahrt zu haben und ich folge *Reis*, in dem ich die Raibler Schichten nördlich des Wamberger Halbfensters zu dieser Scholle stelle.

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 27.

<sup>2)</sup> Vgl. pag. 43—47, 55—66, 73—79 und 89, 90.

<sup>3)</sup> Gemeint ist der Nordflügel der östlichen Urscholle-Triasschubmasse (vgl. pag. 25 B). Dieser ist in der Zeichenerklärung des Übersichtskärtchens determiniert.

Die Zwischenscholle besteht zum Teil aus Teilen der östlichen Hauptscholle, die die Leutaschscholle abgeschert hat.

Jenseits der Isar setzt das Karwendelvorgebirge<sup>1)</sup> die Kranzbergsscholle, das Leitersteiggewölbe wahrscheinlich das Würzberggewölbe fort: beide Male scheinbar mit wachsendem Schichtenreichtum nach oben und unten.

Diese Gebiete sollen in einer späteren Arbeit behandelt werden.

Dadurch, daß die Vorschuppen an der Wamberger Scholle südlich vorbeirückten, wurde auch für die westliche Hauptwettersteinscholle gegen N eine Art von Widerlager geschaffen, das zur Abdrängung dieser Scholle gegen WSW führte.

### (Übersicht über den Nordflügel.)

Wir können im N-Flügel einen einheitlichen Faltenbau zurückverfolgen, der durch die Schubstauungen unregelmäßig wurde: einen Sattel im N und eine Mulde im S.

Die Wamberger Scholle freilich besteht scheinbar nur aus dem nördlichen Sattel: ob die Vorschuppen, die später an ihr vorbei gedrängt wurden, eine ursprünglich gegen S anschließende Mulde bildeten, kann nicht mehr aufgeklärt werden.

In der westlichen Hauptwettersteinscholle ist auch trotz starker späterer Störung eine Sattelanlage (im N, Höllental) und — trefflich erhalten — (im S) die Plattmulde zu erkennen.

Der Raibler-Sattel im N und die Bodenlähmulde (Hohe Kranzbergmulde) im S der östlichen Hauptwettersteinscholle sind tadellos deutlich.

Durch die transversale Verkürzung und die Abdrängung nach WSW wurde nur die primäre westöstliche Mulden- und Sättelfolge gestört.

Der Höllentalsattel legte sich südlich neben dem Wamberger Sattel und glitt an ihm vorbei; der Raibler Sattel wich aber wiederum gegen N aus und glitt über den Wamberger Sattel, so daß unter Ausschaltung des Mittelgliedes (der westlichen Hauptwettersteinscholle) die Longitudinalrichtung wieder hergestellt wurde.

Dafür kam aber die südlich an ihn anschließende Bodenlähmulde longitudinal hinter den nördlichen Höllentalsattel der westlichen Hauptscholle zu liegen und das Ostende der Plattmulde mußte zunächst frei bleiben. [Hier füllte die Leutaschscholle später mit der vor ihr hergeschobenen Zwischenscholle eine „Lücke“ aus.]

Die neuerliche Abdrängung der Wettersteinscholle kann einfach als eine Beibehaltung der primären Ostwestrichtung angesehen werden; der Riß zwischen westlicher und östlicher Hauptwettersteinscholle

<sup>1)</sup> Vgl. 26, pag. 338,  $\beta$ , 3 und pag. 339 b,  $\alpha$ . Hahn irrt, wenn er die „Wettersteindecke“ dem tieferen (?) Karwendel gleichsetzen will, falls unter „tieferem Karwendel“ die vordere Karwendelschubmasse verstanden sein soll. Die Wettersteinschubmasse = Nordflügel entspricht seiner „südlichen Kreidemulde von der Vereinsalpe“, dem Karwendelvorgebirge; die gegen W auskeilende Leutaschscholle der Vorderen Karwendelüberschiebung und wahrscheinlich erst dessen hintere südliche Ketten der Mieminger Scholle = Südflügel der Triassschubmassen.

mußte erfolgen, sobald kräftige Mittelglieder zwischen N- und S-Flügel (Leutaschscholle, Vordere Karwendelschubmasse) der westlichen Hauptwettersteinscholle ein Nachfolgen in der WSW-Richtung zur mechanischen Unmöglichkeit machten <sup>1)</sup>.

Rechnet man mit der Verschiebung der Faltelemente an zwei NS-Brüchen und vergegenwärtigt man sich die Zunahme des Schichtreichtums nach oben gegen O, so ist der Bau des nördlichen Wettersteingebirges aufs einfachste erklärt und die Entstehung der Talungen leicht abzuleiten.

Die Lagerungsverhältnisse zwischen der Zwischenscholle und Jura-Neokomulde sind nirgends mit hinreichender Deutlichkeit erschlossen. Ihre Grenze kann stark geneigt, sie kann auch — was vielleicht wahrscheinlich ist — senkrecht stehen.

Trotzdem wurde die erstere Möglichkeit im Schollenschema zum Ausdruck gebracht; sonst hätte die Längenerstreckung der Jurakreidemulde (im untersten Profile des Schollenschema II) nicht dargestellt werden können: auf jene war es jedoch in erster Linie abgesehen. Dieses Profil verläuft nicht gradlinig, sondern längs des Kammes.

Die untere W-Grenze der Wamberger Scholle — im obersten Profile des gleichen Schemas — ist gleichfalls recht hypothetisch: mindestens ebenso wahrscheinlich ist es, daß diese Scholle eine größere Tiefe hat: ihr Liegendes ist nicht aufgeschlossen.

## VI. Schluss.

### Versuch einer Chronologie der Ostschubphasen.

Es handelt sich hier um die Festlegung der einzelnen Stadien des Baues von Wetterstein- und Mieminger Gebirge durch die (nach dem Ende der auf die [letzte] Faltung folgenden Ruhezeit eintretende) Schubphase:

In Sonderheit um den Moment des Eintritts der einzelnen Schubschollen in unserem Gebiet, ihrer Verankerung, ihrer nachträglichen Umgestaltung oder des Zeitpunktes ihres Wiederaustritts (Durchzuges nach W).

Die Schubmassen rückten zunächst mit ihrem S-Flügel und ihrem N-Flügel gegen W vor und ließen zwischen beiden Flügeln ein Gebiet (Jurakreidemulde) anfänglich frei. Dieses wurde in in späteren Phasen zum Teil überschoben, zum Teil seitlich eingeengt und sekundär gefaltet.

### I. Schubphase des ersten Vorrückens gegen W.

Die heute am weitesten westlich oder am tiefsten gelegenen Frontteile der Triasschubmasse treten mit Aktivbewegung in unser Gebiet von O her hinein.

<sup>1)</sup> Hier ist zu berücksichtigen, daß die Leutasch- = Vordere Karwendelschubmasse wahrscheinlich zur Zeit der Überschiebung der östlichen Hauptwettersteinscholle über die westliche noch nicht in unsere Gebiete getreten war, sondern noch weiter östlich (östlich der heutigen Isar) lag. Trotzdem muß mit ihrem Vorhandensein gerechnet werden.

1. Im N. Die westlichste, die Wamberger Scholle, gleitet in eine heute noch teilweise erkennbare Depression (Eibseedepression) ein.

Mit dem Ende dieser Schubphase erreicht die Wamberger Scholle mit ihrer heutigen Lage ihren Ruhepunkt: zusammengeschürfte junge Schichten werden am Eibsee vor den Hauptdolomit- und Plattenkalkmauern aufgestaut.

Die Vorschuppen lagern südlich an [und über] die Wamberger Scholle; hierin könnte schon eine weitere oder eine Unterphase gesehen werden. Jedenfalls gleiten sie von O her an der Wamberger Scholle vorbei.

2. Im S gleiten die — später bis weit in die Lechtaler Alpen vorgeschobenen — westlichen Frontteile, ohne wesentliche Hindernisse zu finden, gegen W vor und durchziehen unser Gebiet, ohne Spuren zu hinterlassen. Entweder hat die Bewegung des S-Flügels früher eingesetzt als die des N-Flügels oder der S-Flügel hatte schon bei Beginn der Schubphase eine westlichere Erstreckung als der N-Flügel.

Die Längenverkürzung des N-Flügels durch den stärkeren Zusammenschub reicht nicht zur Erklärung seines so beträchtlichen Zurückbleibens aus.

Das Jurakreidegebirge innerhalb unseres Gebietes verbleibt im Stadium der primären Faltung.

## 2. Schubphase. Beginn der Verkeilungen im N.

1. Im N Vorschub und Verkeilung von (Vorschuppen und s. oben) westlicher Hauptwettersteinscholle. Letztere wird durch die nördliche Vorschuppe nach SW abgedrängt und nähert sich dem Durchzugswege des S-Flügels. Sie wird von nun an passiv (= „Ambos“).

2. Im S rückt der S-Flügel frei weiter nach W vor.

Das Jurakreidegebirge im Innern verbleibt noch in seinem Primärstadium.

Westlich von der Hauptwettersteinscholle wird es aufgeschürft, quergestellt und überfahren. (Stirnrand der Wettersteinscholle, Jura-keil zwischen ihr und der Vorschuppe des Ehrwalder Köpfls.)

## 3. Schubphase. Verstärkung der Verkeilungen.

Das Westende des nördlichen Flügelvorstoßes ist schon erreicht.

1. Im N schiebt sich die natürliche Fortsetzung der westlichen Hauptwettersteinscholle, die östliche über diese mit einem Stirnrand längs der Linie Henneneck-Schwarzenberg-Alpispitz und Überschiebungen im mittleren Gipfelzuge (Höllentalspitzen), und über die Wamberger Scholle mit ihren nördlichen, aus Raibler Schichten bestehenden Teilen.

2. Im S zunächst weiterer freier Vorstoß nach W. Da die transversale Breite inzwischen zugenommen hat, findet der S-Flügel nicht mehr hinreichend Raum zum Durchzug nach W, weil die westliche Hauptwettersteinscholle (2, 1.) weit nach SW vorgeschoben war. Folgen:

Zurückbleiben des Nordflügels des Sattelgewölbes. Dieser verhängt sich an der weit nach SW vorgeschobenen Plattmulde oder

die jetzt beginnende Auffaltung des Jurakreidegebirges versperrt ihm den Durchzug = Zurückbleiben der Vorbergscholle.

Das Jurakreidegebirge wird im W der inneren Mulde aufgefaltet, zwischen westlicher Hauptwettersteinscholle und Mieminger Scholle, zunächst noch mäßig intensiv. Diese Auffaltung mag sich nach O hin noch in der Nähe der Gatterlköpfe bemerkbar gemacht und der später dort so hohen Auffaltung vorgearbeitet haben, weiter östlich zunächst aber noch nicht, da gegen N ein Ausweichen der Jurakreideschichten noch möglich war und auch stattfand. [Die Zwischenscholle wurde erst in 4 vorgeschoben. Das Ausweichen westlich des Feldernjöchls tritt auf dem Übersichtskärtchen schön hervor.]

#### 4. Schubphase der höchsten Verkeilung der Triasmassen und der höchsten Sekundärfaltung des Jurakreidegebirges.

1. Im N sind die Schübe im wesentlichen beendet, doch macht sich zusammenstauender Ostschub vielleicht noch immer geltend. Die östliche Hauptwettersteinscholle ist Widerlager geworden.

2. Der Ostschub der nunmehr in unser Gebiet tretenden, die Mittelzone zwischen Wetterstein- und Mieminger Scholle einnehmenden Leutasch- [resp. Vorderen Karwendel-] Schubmasse füllt die zwischen beiden offen gebliebene Lücke aus.

Überfahren von Teilen der östlichen Hauptwettersteinscholle und von den östlichsten [noch im primären Faltungszustand verharrenden] Teilen des Jurakreidegebirges. Abspaltung von Teilen der östlichen Hauptwettersteinscholle und ihre Anordnung im Schollendreieck (im N) und zur Zwischenscholle (im W der Leutaschscholle). Anstoßen und Zerlegung der gegen Ende der 3. Phase passiv gewordenen Vorbergscholle.

3. Im S liegt zu Beginn der Phase die natürliche Südfortsetzung der Vorbergscholle, der heute westlich vom Mariabergjoch liegende isolierte Südschenkel, noch transversal neben der Vorbergscholle und wird während dieser Schubphase um etwa 16 km nach W in ihre heutige Lage geschoben. Neben die Vorbergscholle wird die an Breite zunehmende Ostfortsetzung der Mieminger Scholle geschoben. Sie besteht aus

- einem nördlichen und
- einem südlichen Gewölbeschenkel, ferner
- 1—2 „Randzonen“.

Nebenerscheinungen des Ostschubs der Mieminger Scholle in dieser Phase:

1. Abspaltung der Randzonen vom N-Gewölbeschenkel;
  2. Abdrehung der Teilschöllchen der Vorbergscholle;
  3. Sekundärer Süddruck:
    - a) Zusammenschub in der Mieminger Scholle.
    - b) Intensive Südfaltung im Jurakreidegebirge, besonders stark längs der raumverengenden passiven Zwischenglieder.
- Ausweichen östlich der Gatterlköpfe nach N, südlich derselben höchste Pressung (Feldernalm).

Die Ostbewegungen der Zwischen- und Leutaschscholle und der Süd(Ost-)Druck der Mieminger Scholle erfolgen zeitweise gleichzeitig. Sie prallen an die westliche Wettersteinscholle an. Dazwischen im Gebiet der Hohen Munde höchste Hochpressung des Neokoms.

## VII. Literaturzusammenstellung.

### A. Neuere örtliche Literatur.

1. 1911. Otto M. Reis, Erläuterungen zur geologischen Karte des Wettersteingebirges I. Kurze Formationsbeschreibung, allgemeine tektonische und orographische Übersicht. Geognostische Jahreshefte 1910, XXII. Jahrg., München.
2. 1911. — u. Friedrich Pfaff, Zwei Karten usw. Ebenda.
3. 1903. O. Ampferer, Geologische Beschreibung des nördlichen Teiles des Karwendelgebirges. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 53.
4. 1905. —, Geologische Beschreibung des Seefelder, Mieminger und südlichen Wettersteingebirges. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 55.
5. 1905. —, Einige allgemeine Ergebnisse der Hochgebirgsaufnahme zwischen Achensee und Fernpaß. Verh. d. k. k. geol. R.-A. Wien.
6. 1911. — u. W. Hammer, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 61.
7. 1912. —, Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. Verh. d. k. k. geol. R.-A. Wien.
8. 1912. O. Schlagintweit, Die Mieminger-Wettersteinüberschiebung. Geol. Rundschau III, 2., Leipzig.
9. 1913. —, Zum Problem des Wettersteingebirges. Verh. d. k. k. geol. R.-A. Wien.

### B. Arbeiten über angrenzende Gebiete und ältere Arbeiten

10. 1895. H. Heimbach, Geologische Nenaufnahme der Farchanter Alpen. Diss. München.
11. 1898. O. Ampferer und W. Hammer, Geologische Beschreibung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 48, 2.
12. 1883. A. Rothpletz, Das Karwendelgebirge. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenver.
13. 1894. —, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen nebst Anhang über die sogenannte Glarner Doppelfalte. Stuttgart.
14. 1900. —, Alpenforschungen I. München.
15. 1905. —, Alpenforschungen II. München.
16. 1906. I. Knauer, Geologische Monographie des Herzogstand Heimgartengebietes. Geogn. Jahresh. München.
17. 1910. —, Die tektonischen Störungen des Kesselberges. Landeskundl. Forsch. (Geogr. Ges. München.) H. 9.
18. 1912. D. Aigner, Das Benediktenwandgebirge. Geol. Neuaufn. der Lenggrieser Berge vom Isartal bis hinüber zu den Bergen bei Kochel. Landeskundl. Forsch. (Geogr. Ges. München.) H. 16.
19. 1912. C. Lebling, Ergebnisse neuerer Spezialforschung in den deutschen Alpen. 2. Die Kreideschichten der bayrischen Alpen. Geol. Rundschau, Leipzig, III, 7.
20. 1896. U. Söhle, Das Labergebirge. Geogn. Jahresh. München, Jahrg. 9.
21. 1898. —, Das Ammergebirge. Geogn. Jahresh. München, Jahrg. 11.
22. 1893. E. Böse, Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geogn. Jahresh. München Jahrg. 6.
23. 1861. K. W. Gümbel, Geogn. Beschreibung des bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha.
24. 1894. —, Geologie von Bayern. II. Bd. Kassel.
25. 1902. I. Blaas, Geol. Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen.
26. 1912. F. F. Hahn, Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. Verh. d. k. k. geol. R.-A. Wien.



Die drei folgenden Karten und Nr. 30 erschienen erst, nachdem das Manuskript in der Hauptsache vollendet war und konnten darum nicht in allen Teilen verwertet werden.

27. 1913. Geologische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. K. k. geol. R.-A. Wien. Blatt: Zirl und Nassereith. Zone 16, Kol. 4.  
 28. 1913. Geologische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. K. k. geol. R.-A. Wien. Blatt: Innsbruck und Achensee. Zone 16. Kol. 5.  
 29. 1913. Geologische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. K. k. geol. R.-A. Wien. Blatt: Achenkirch und Benediktbeuren. Zone 15, Kol. 5.  
 30. 1913. O. Ampferer, Das geologische Gerüst der Lechtaler Alpen. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenver. Wien. XLIV.

## VIII. Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung.		Seite
A. Begrenzung des Gebietes . . . . .		1
B. Ziele der Arbeit . . . . .		1
<b>II. Allgemeiner Teil.</b>		
A. Voraussetzungen und „Beweisführung“ . . . . .		3
B. Die Faltungen vor der Schubphase. (Grundsätzliche Erwägungen) . . . . .		5
<b>III. Literaturbesprechung.</b>		
A. Allgemeiner Rückblick . . . . .		9
B. Die Auffassung von O. Reis . . . . .		11
1. Allgemeine Ergebnisse . . . . .		11
2. Die Scholleinteilung durch O. Reis . . . . .		13
[I. Wettersteinscholle S. 13, II. Wamberger Scholle S. 14, III. Karwendel- überschiebungsmasse S. 14, IV. Trias-Jura-Mulde S. 15, V. Liegende nordsüdlichgestellte Quermulde S. 15, VI. Große Hauptdolomit-Jura- Mulde S. 15.]		
C. Die Anschauungen O. Ampferers . . . . .		16
1. Im Querschnitt (1911) . . . . .		17
2. „Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges“ (1912) . . . . .		18
D. Schlagintweits einheitliche Wetterstein-Miemingerdecke . . . . .		20
E. Zusammenfassung . . . . .		21
F. Die Hauptmängel der vorstehenden Auffassungen . . . . .		22
Die Auffassung der Jurakreidemulde und der Vorbergsscholle als spring- gender Punkt für die Erklärung von Wetterstein- und Miemingergebirge		22
1. Einwendungen gegen O. Reis . . . . .		22
2. Einwendungen gegen O. Ampferer . . . . .		23
3. Einwendungen gegen O. Schlagintweit . . . . .		24
<b>IV. Eine neue Scholleneinteilung.</b>		
A. Westliche Urscholle . . . . .		24
A1. Jurakreide-Mulde . . . . .		25
B. Östliche Urscholle . . . . .		25
B1. 1. Wamberger Scholle . . . . .		25
B1. 2. Vorschuppe(n) . . . . .		25
B1. 3. Vorbergsscholle . . . . .		25
BII. 4. Wettersteinscholle . . . . .		26
a) westliche Wettersteinscholle . . . . .		26
b) östliche Wettersteinscholle . . . . .		26
c) Zwischenscholle . . . . .		26

	Seite
BII. 5. Leutaschscholle . . . . .	27
BII. 6. Mieminger Scholle . . . . .	27
C. Bemerkungen zu dem Übersichtskärtchen . . . . .	27
D. Bemerkungen zur Profiltafel . . . . .	29

### V. Die Begründung der Scholleneinteilung.

Besprechung der einzelnen Gebirgstheile.

A. Karwendelabbruch und Arnspitzenzug . . . . .	33
Identität von Karwendel- und Wildsteigkopfüberschiebung . . . . .	36
Longitudinale Störungen innerhalb dieser Schubmasse . . . . .	37
B. Wo setzt die Wildsteigkopfüberschiebung nach W fort? . . . . .	41
Die S-Grenze der Hohen Kranzbergsscholle . . . . .	43
C. Der Verlauf der Gipfelzüge in den beiden Hauptwettersteinschollen . . . . .	44
D. Das Puitental . . . . .	47
E. Die Leutaschscholle . . . . .	52
Der Untergrund der Leutaschscholle . . . . .	54
Aus welcher Richtung kam die Leutaschscholle? . . . . .	55
Die Halbdiaagonalstellung der Leutaschscholle . . . . .	57
F. Das Schachengebiet . . . . .	57
G. Die Zwischenscholle . . . . .	60
H. Die Vorbergsscholle. Ihre Grenzen . . . . .	65
Der Bau der Vorbergsscholle . . . . .	66
Die Störungen der Vorbergsscholle . . . . .	68
I. Die Jurakreidemulde . . . . .	70
Die Verhältnisse um den Hohen Kamm . . . . .	75
Die Verhältnisse östlich des Feldernjöchls . . . . .	76
Die Querstellung der jungen Schichten unter dem Westabbruch des Wettersteingebirges . . . . .	78
K. Die Mieminger Scholle . . . . .	79
Der Schub der Mieminger Scholle . . . . .	84
L. Das Problem der Wamberger Scholle und die Vorschuppe(n) . . . . .	86
Was spricht für fazielle Vertretung? . . . . .	87
Die Vorschuppe(n) der Hauptwettersteinscholle . . . . .	89
M. Das nördliche Vorland . . . . .	90
N. Die beiden Hauptwettersteinschollen . . . . .	91
(Übersicht über den Nordflügel) . . . . .	92

### VI. Schluß.

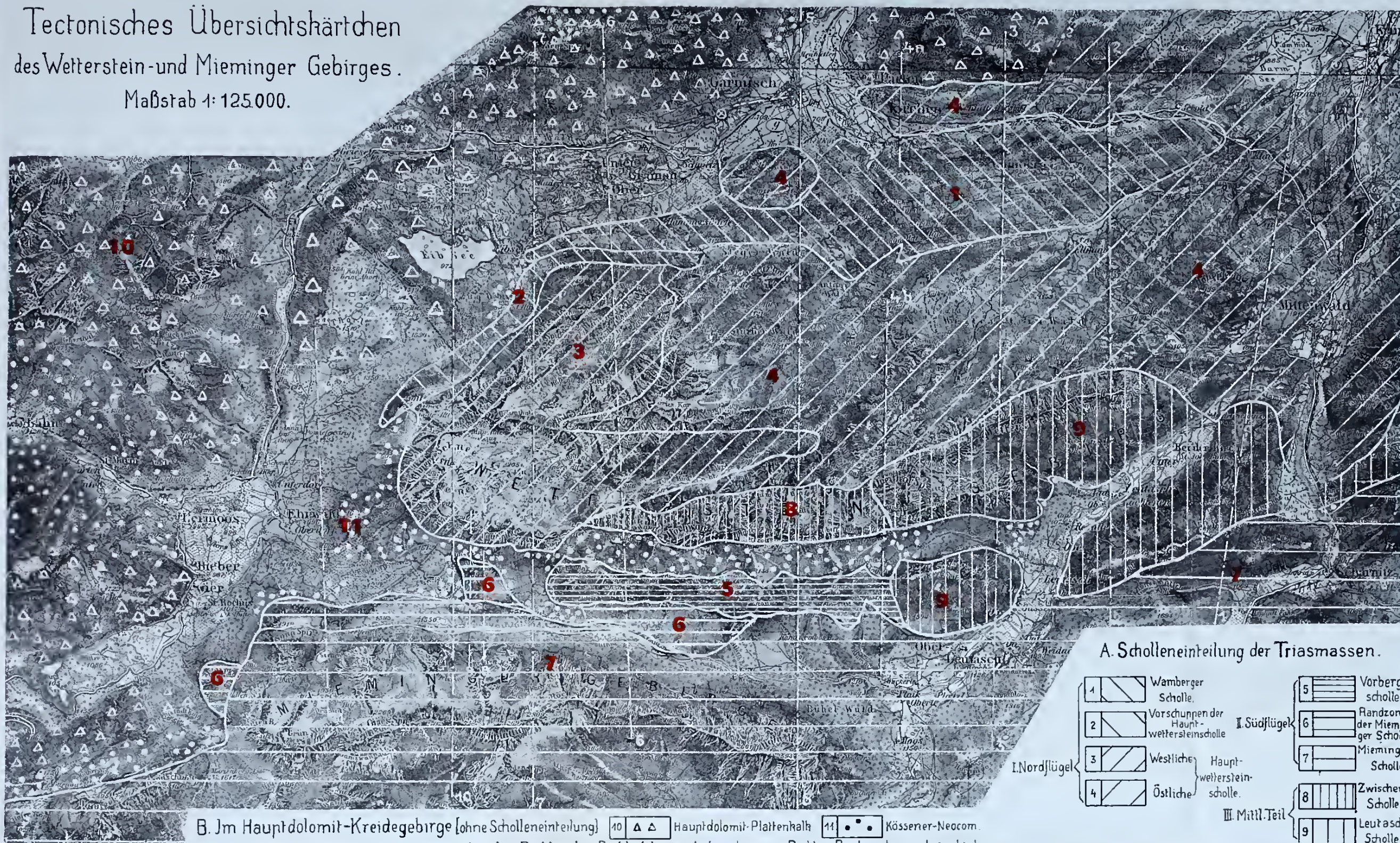
Versuch einer Chronologie der Ostschubphasen . . . . .	93
1. Schubphase des ersten Vorrückens gegen W . . . . .	93
2. Schubphase. Beginn der Verkeilung im N . . . . .	94
3. Schubphase. Verstärkung der Verkeilungen . . . . .	94
4. Schubphase der höchsten Verkeilung der Triasmassen und der höchsten Sekundärfaltung des Jurakreidegebirges . . . . .	95

VII. Literaturzusammenstellung . . . . .	96
--	----

VIII. Inhaltsverzeichnis . . . . .	97
------------------------------------	----

Erklärungen zur Profiltafel findet man auf pag. 29, zu dem Übersichtskärtchen auf pag. 27 und zu dem Schollenschema auf pag. 93.

Tectonisches Übersichtskärtchen  
des Wetterstein- und Mieminger Gebirges.  
Maßstab 1:125.000.

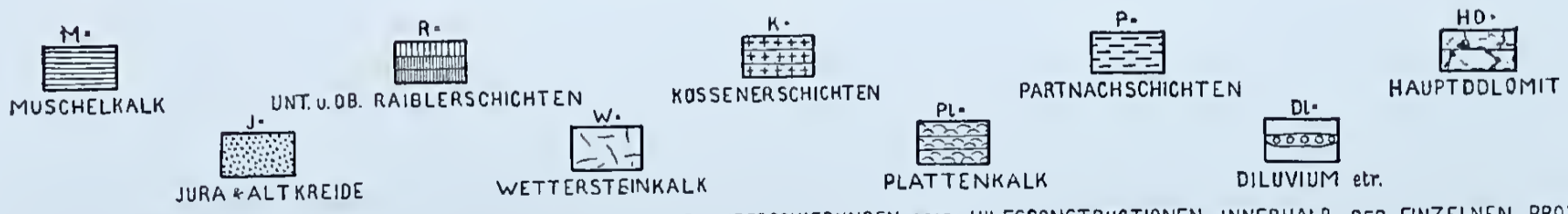
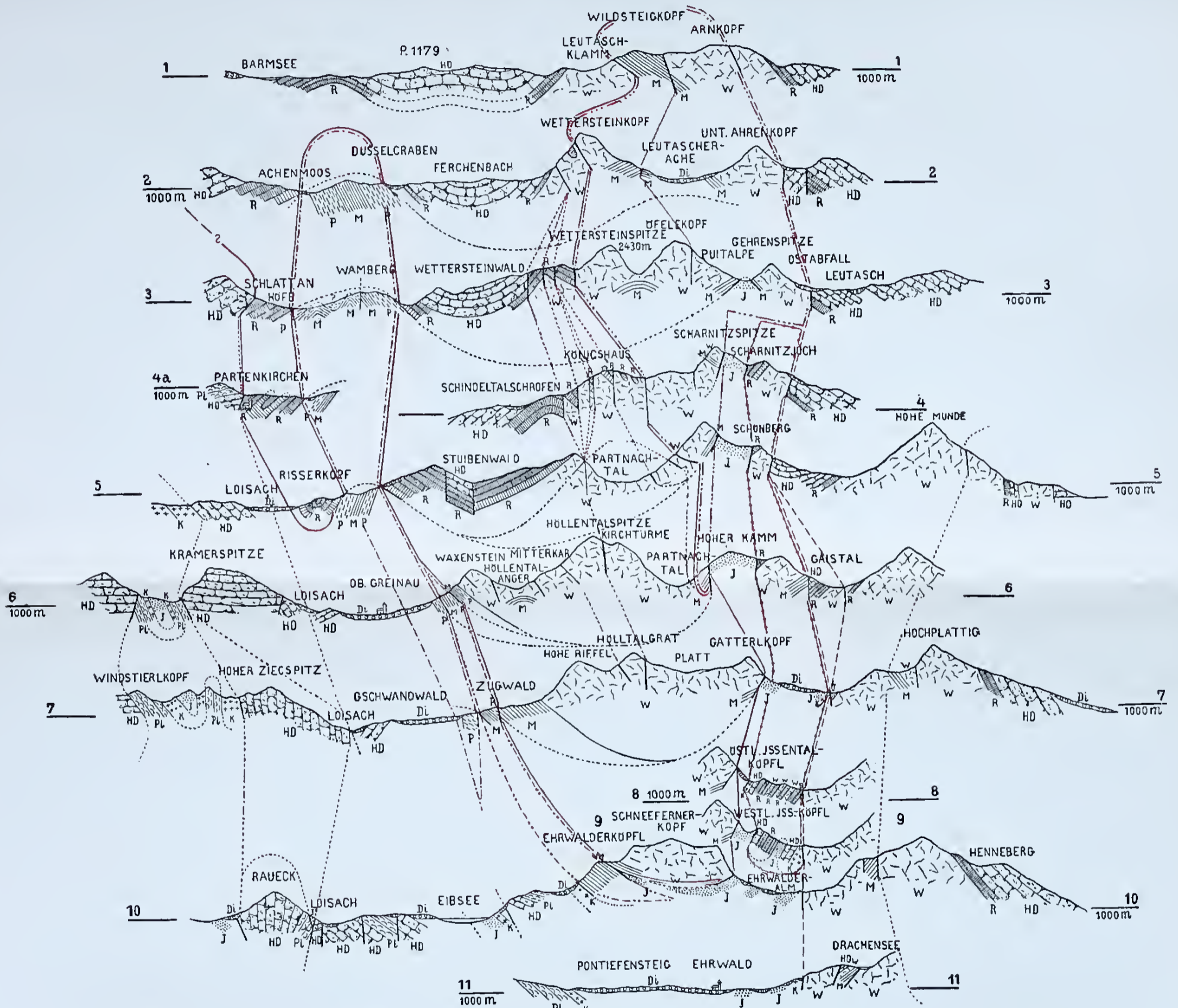




### 12 schematisierte Profile durch das Wettersteingebirge,

das Miemingergebirge und das nördliche Vorland im Maßstab 1:135.000, entworfen von K. C. v. Loesch nach Aufnahmen von Reis, Ampferer, Rothpletz, Heimbach und eigenen Aufnahmen.

Die Profilstrecken sind in das Übersichtskärtchen eingetragen.

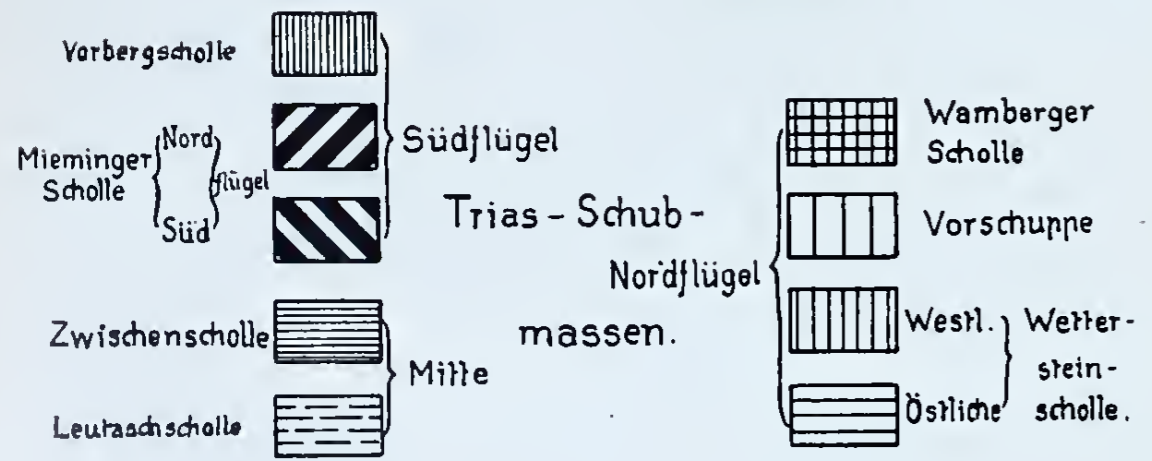
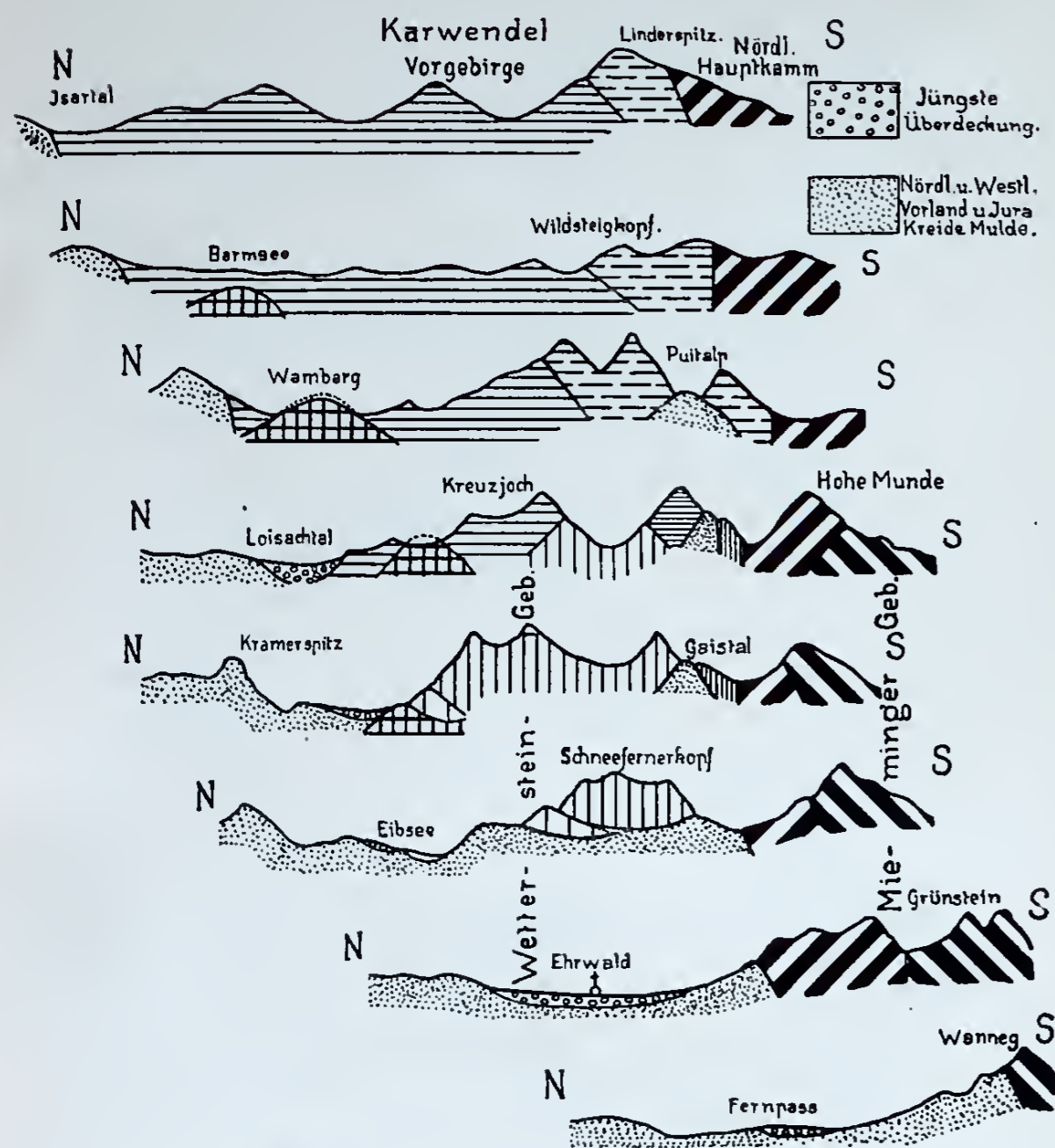


— VERWERFUNGEN u. ÜBERSCHIEBUNGEN      ..... VERMUTLICHE ÜBERSCHIEBUNGEN RESP. HILFSCONSTRUCTIONEN INNERHALB DER EINZELNEN PROFILE.  
 - - - - - WETTERSTEIN-VORSCHUPPE      — WETTERSTEIN-HAUPTSCHOLLE      - - - - - WAMBERGER-SCHOLLE  
 - - - - - LEUTASCHER u. ZWISCHEN-SCHOLLE      - - - - - VORBERGS-SCHOLLE      - - - - - NORDGRENZE DER MIEMINGER-SCHOLLE  
 ..... VERBINDUNG UNTERGEORDNETER VERWERFUNGEN

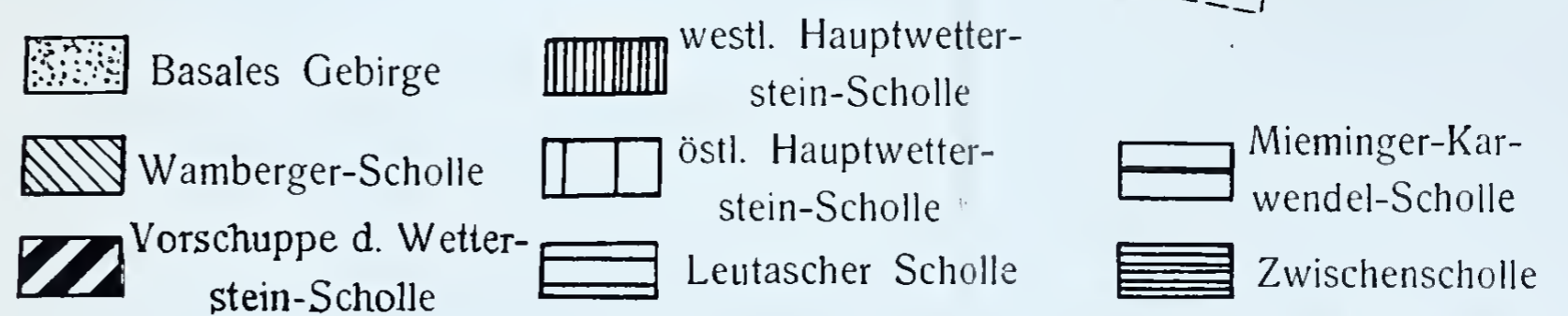
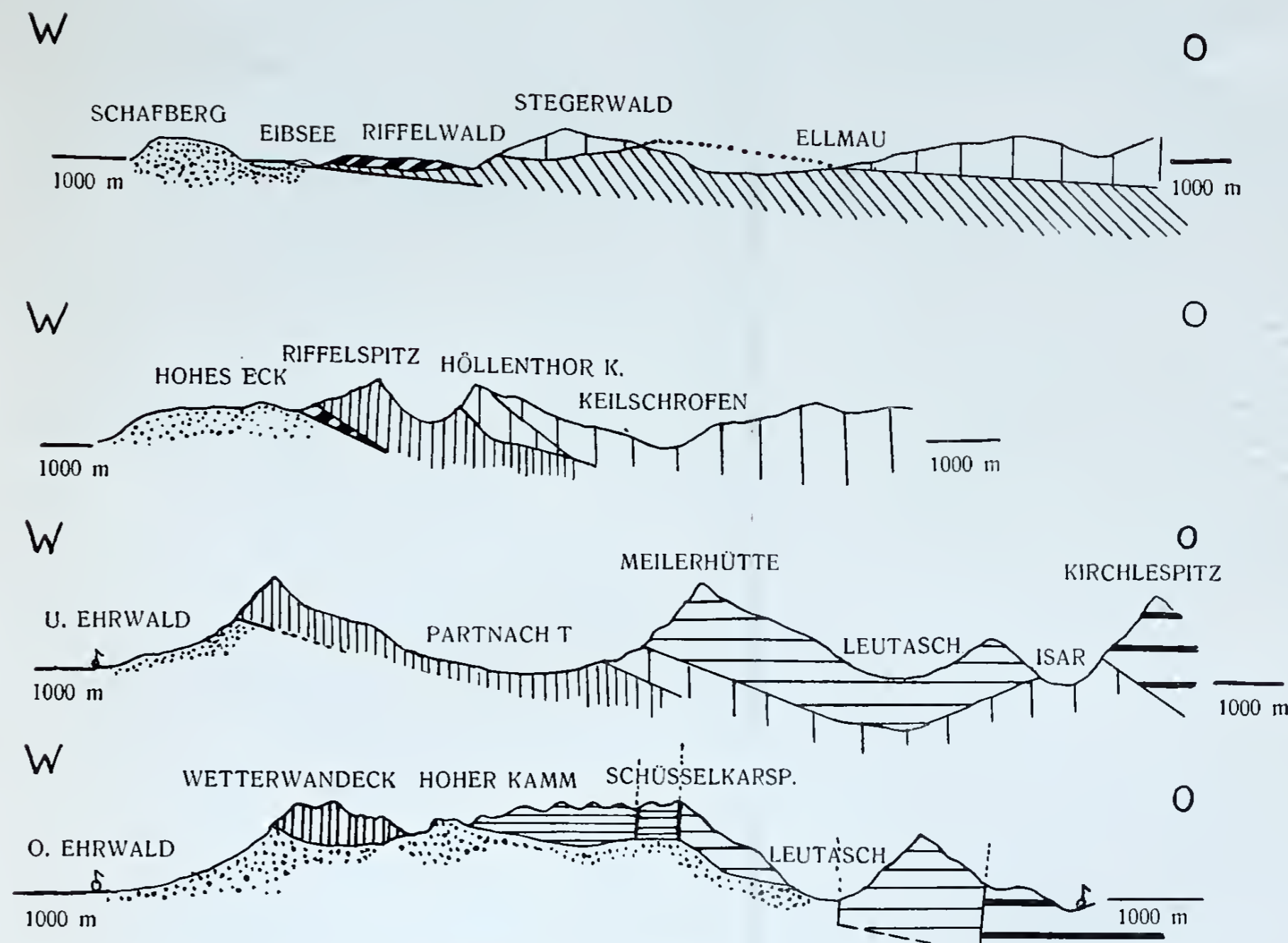
Kunstanstalt M. Jaffé.



Schollen-Schema I.



Schollen-Schema II.



Kunstanstalt M. Jaffé.