

# Die Reliefüberschiebung des Karwendelgebirges.

Von **Otto Ampferer.**

(Mit 1 Tafel und 10 Zeichnungen.)

Mehr als 30 Jahre sind vergangen, seit ich zuerst als junger Geologe das Karwendelgebirge betreten habe.

Mit um so größerer Freude ergriff ich im Sommer 1927 anlässlich meiner Studien für den Ausbau des Achenseewerkes die Gelegenheit, wieder einmal das Gebirge meiner ersten Forschungsarbeit zu besuchen. Die Ausgangsstelle für diese Studien bildete das Gebiet des Stanserjochs, welches auch in seinem östlichsten Teil von dem neuen Stollen des Achenseewerkes durchstoßen wird.

Von diesem Stollen ist im Jahrbuch 1927 eine Beschreibung und mehrere Abbildungen gegeben worden.

Wenn man nach vielen in anderen Gegenden verbrachten Arbeitsjahren wieder in das Gebiet seiner ersten Feldaufnahmen zurückkehrt, so ist es ungemein reizvoll, die Veränderungen zu beobachten, welche durch eine viel reichere Erfahrung in unser geologisches Schauen und Erfassen der Landschaft mit hineingewoben werden.

Der erste Eindruck war auch diesmal wieder die seltene Großartigkeit der Karwendelüberschiebung und ich erlebte in der Erinnerung noch einmal ein Aufleuchten jener schönen Entdeckerfreude, welche mir ihre Erkenntnis einst bereitet hatte.

Der zweite Eindruck war aber das Staunen, wie sehr die Idee der Reliefüberschiebung das Verständnis des Gebirgsbaues hier zu erhellen vermag, und der Ärger, so spät erst auf diese wichtige Auflösungsformel gekommen zu sein.

Ich habe zum erstenmal die Reliefüberschiebung an dem Beispiel des Stanserjochs in diesem Jahrbuch 1924 beschrieben.

Dieselbe ist aber nicht auf das Stanserjoch beschränkt, sondern am ganzen Nordrand des Karwendelgebirges bis zur Porta Claudia bei Scharnitz in prachtvollen Beispielen und großer Mannigfaltigkeit entwickelt.

Ich will versuchen, hier einen Überblick über diejenigen Bauformen zu geben, welche für eine solche Erklärung vor allem in Betracht kommen.

Nachdem als erste Illustration für den Typus der Reliefüberschiebung von mir bereits das Stanserjochprofil verwendet worden ist, will ich auch diesmal mit dem Gebiet des Stanserjochs beginnen und dann in der Beschreibung gegen W vorrücken. Das mächtige und langgestreckte Gewölbe des Stanserjochs, das aus Wettersteinkalk und Wettersteindolomit besteht, trägt bekanntlich auf seinem Scheitel in einer alten

Erosionsfurchen noch ziemlich ausgedehnte Reste von Buntsandstein, Rauhwacken und Reichenhaller Kalken.

Es sind dies zwar die schönsten Beweisstellen für die Reliefüberschiebung, aber nicht die einzigen.

Schon an der Südseite des Stanserjochs treffen wir längs seines Inntalfußes zwischen St. Georgenberg und Schloß Tratzberg statt der normalen Auflagerung von Raibler Schichten einen kompliziert gebauten Schichtenstreifen von wesentlich älteren Gesteinen. In der Hauptsache

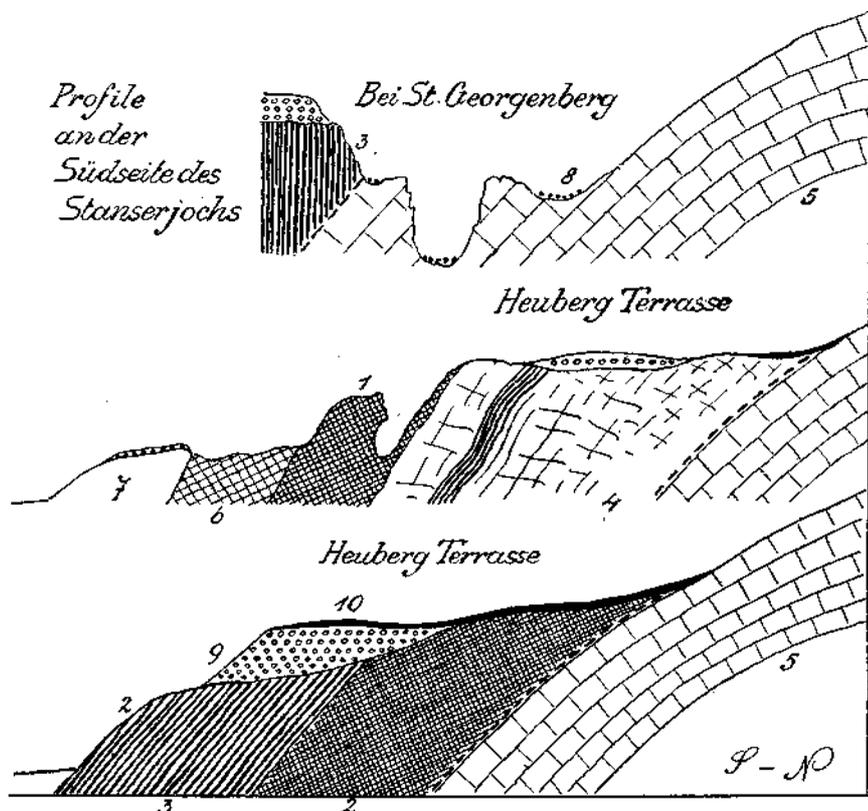


Fig. 1. 1 = Dunkle Rauhwacken. 2 = Lichte Rauhwacken. 3 = Wohlgeschichteter Muschelkalk. 4 = Ungeschichteter Muschelkalk. 5 = Wettersteinkalk. 6 = Zertrümmerter Hauptdolomit. 7 = Fester Hauptdolomit. 8 = Erratisches Blockwerk. 9 = Terrassenschotter. 10 = Grundmoränen.

besteht dieser Schichtenstreifen aus Muschelkalk, es nehmen aber auch noch ältere Rauhwacken vielfach daran Anteil.

Die beiliegenden Profile Fig. 1 zeigen den Aufbau dieses Schichtenzuges, welcher eine Längserstreckung von über 6 km besitzt.

Anlässlich der Beschreibung des Karwendelgebirges im Jahrbuch 1903 habe ich diesen Streifen als eine Einsenkung zwischen steilen Verwerfungen aufgefaßt.

Ich halte es aber heute für viel wahrscheinlicher, daß auch dieser Streifen am Fuße des Stanserjochs in einer alten Erosionsfurchen liegt, genau so wie jener auf dem Scheitel dieses Joches.

Geht man nämlich von St. Georgenberg weiter ins Stallental hinauf, so verschwindet diese Einschaltung von älteren Schichten plötzlich und es legen sich die normalen Deckschichten, also Raibler Schichten und Hauptdolomit, auf das Gewölbe des Stanserjochs.

Zwischen diesem Schichtenstreifen am Südfuß des Stanserjochs und den Schubschollen auf seinem Scheitel sind keinerlei verbindende Schichtenreste mehr erhalten.

Das Gewölbe des Wettersteinkalks erhebt sich hier kahl und nackt, vielfach sogar noch in der Politur von ausgedehnten Gletscherschliffen.

Erst in der Höhe treffen wir dann zwischen Hahnkempel und Gamskar Spitze die bereits von A. v. Pichler erkannten Alltriasgesteine.

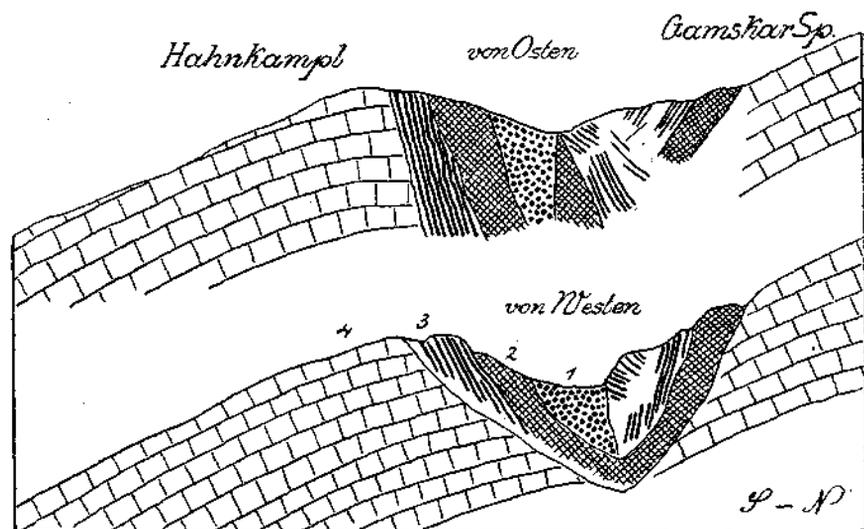


Fig. 2. 1 = Buntsandstein. 2 = Rauhwacken. 3 = Reichenhaller Kalk. 4 = Wettersteinkalk-Dolomit.

Es ist von Interesse zu sehen, daß diese Schichten hier in der alten Talfurche zwischen Hahnkempel und Gamskar Spitze nicht die einfache Anordnung von Mulde oder Sattel besitzen.

Wenn man die zwei Profile Fig. 2 der Ost- und Westseite dieses Kammes vergleicht, so tritt dieser Umstand deutlich hervor.

Der Buntsandstein liegt als das älteste Gestein zwar in der Mitte, bildet aber weder den Kern einer Mulde noch den eines Sattels.

Das nächstjüngere Gestein, Rauhwacke, tritt auf der Westseite in zwei, auf der Ostseite in drei Streifen zutage.

Die dunklen Kalke der Reichenhaller Schichten, welche hier ziemlich häufig Myophorien und *Natica stanensis* enthalten, sind in zwei Zonen eingebaut.

Es ist keine faltenmäßige Anordnung der einzelnen Bestandteile, wie wir eine ähnliche noch öfter antreffen werden.

Eine solche Struktur ist mit dem Vorgang einer Reliefüberschiebung unschwer in Verbindung zu bringen.

Die großartigen Überschiebungen an der Nordseite des Stanserjochs habe ich schon mehrfach beschrieben, zuletzt im Jahrbuch 1927.

Ich möchte hier zunächst noch einen neuen Überschiebungsrest erwähnen, welchen ich im Sommer 1927 bei einem Aufstieg zum Stanserjoch aus dem Brunntalgraben aufgefunden habe.

Derselbe liegt an jenem Grate, welcher sich von der Rappenspitze nach N gegen die Brunntalalpe herabzieht.

Wie das Profil Fig. 3 zeigt, besteht der Gipfel der Rappenspitze aus Hauptdolomit, darunter streichen an dem Sattel Punkt 2161 m die

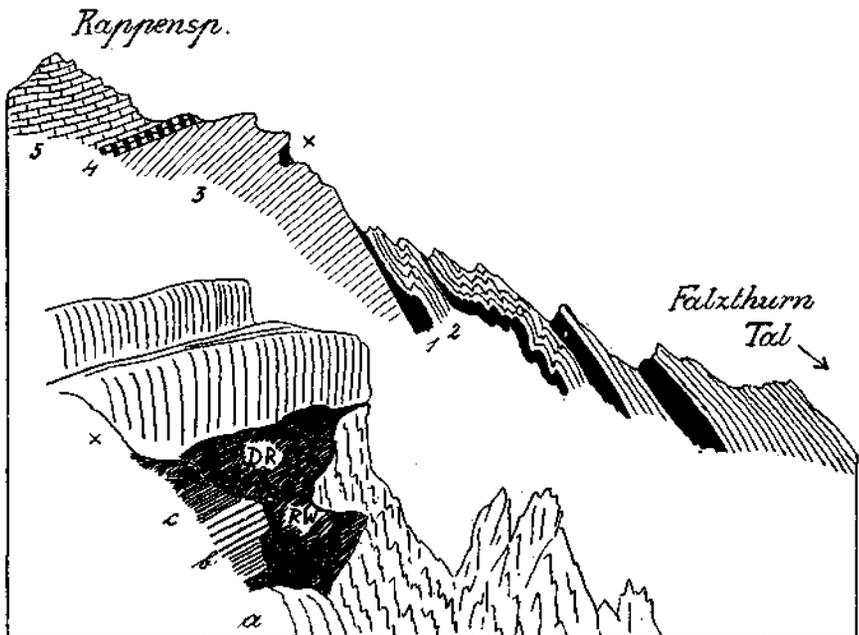


Fig. 3. 1 = Rauhacken. 2 = Reichenhaller Kalker. 3 = Wettersteindolomit. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit. X = Tektonische Einschaltung. α = Wettersteindolomit. b = Dunkle Kalker. c = Dunkle Schiefer. DR = Dolomitbreccien. EW = Rauhacken.

Raibler Schichten aus. Unter diesen lagert der Wettersteindolomit, der nun mit steilen Wänden und wild zerrissenen Schluchten gegen N abstürzt.

Unterhalb der obersten lotrechten, teilweise sogar überhängenden Wand von Wettersteindolomit findet sich nun eine merkwürdige Einschaltung.

Dieselbe besteht aus Rauhacken und Dolomitbreccien, welche in eine Furche des Wettersteindolomits hineingepreßt sind.

Auf diesen Rauhacken liegt dann eine kleine Scholle von dunklen Kalken und Schiefen, über deren Alter ich nicht sicher bin.

Wahrscheinlich gehören sie zu den Reichenhaller Schichten, doch ist auch Raibler Alter nicht ausgeschlossen. Die Deutung dieser Stelle ergibt sich vom Standpunkt der Reliefüberschiebung etwa in folgender Weise.

Wir haben wieder eine alte Furche in dem Nordabfall des Stanserjoch-Gewölbes vor uns, in welche bei der Überschiebung die Rauh- wacken und Dolomitenbreccien samt ihren Begleitgesteinen hinein- gepreßt wurden.

Bei dem weiteren Fortschritt der Überschiebung wurde der Südrand dieser Furche endlich dachförmig über die Einpressung vorgeschoben. Es liegt also hier eine alte Furche vor, welche nicht nur mit fremden Schubmassen angefüllt, sondern auch noch teilweise überstülpt wurde. Ein besonderes Interesse verdient auch das Profil, welches der Brunntalgraben an seiner Ostseite aufgeschlossen hat.

Ich habe dieses Profil schon zweimal abgebildet, u. zw. im Jahr- buch 1903 und 1924.

Es ist dies eines der lebendigsten und führt uns vor allem eine Walzform in selten schöner Ausbildung vor Augen. Wir sehen hier

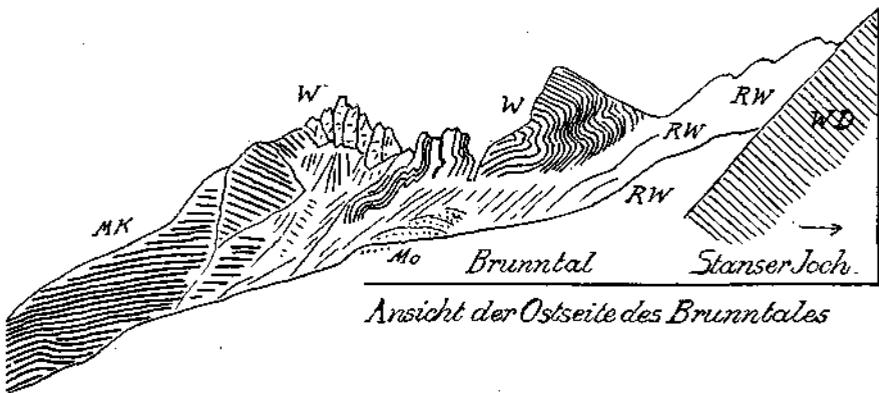


Fig. 4. RW = Rauh- wacken. MK = Muschelkalk. WD = Wettersteindolomit. WK = Wettersteinkalk. Mo = Moränenwälder.

(Fig. 4) auf mächtig angestauten Rauh- wacken und Reichenhaller Schichten eine nordwärts zugeklappte Mulde von Wettersteinkalk lagern, die heute ein freistehendes, scheinbar unabhängiges Gebilde auf der Kammhöhe vorstellt.

In Wirklichkeit ist diese Mulde eine Rollform, eine Walze wie sie nur unter der Last einer schweren darüber bewegten Masse erzeugt werden kann.

Die darüber liegenden Schichten sind z. T. einfach nach N weiter vorgeglitten, z. T. sind sie aber auch durch die Erosion entfernt worden.

Wahrscheinlich sind es leichter zerstörbare Rauh- wacken gewesen. So ist diese merkwürdige Ruine stehen geblieben, ein wertvoller Wegweiser für das Verständnis des Gebirgsbaues.

Es ist von mir schon mehrfach betont worden, daß die mächtigen Schubmassen an der Nordseite des Stanserjochs zwar im großen und ganzen eine regelmäßige Lagerung einnehmen, trotzdem aber ganz un- regelmäßige und in der Tektonik ihrer Umgebung keineswegs begründete Einschaltungen fremder Schichtenmassen nicht selten sind.

Also solche Einschaltungen kommen einerseits lichtgrüne Sandsteine und Tone der oberen Werfener Schichten, anderseits Sandsteine und Tonschiefer der Raibler Schichten vor allem in Betracht.

Von diesen Einschaltungen bzw. Auflagerungen sind jene der Werfener Schichten viel zu hoch, jene der Raibler Schichten aber wieder viel zu tief in der Raumordnung der großen Überschiebungsmassen.

Die zwei größten Vorkommen von oberen Werfener Schichten liegen nördlich und südwestlich von der Bärenbadalpe zwischen 1400 bis 1500 m Höhe.

In beiden Fällen lagern diese Schichtenmassen auf Reichenhaller Schichten.

Die Sandsteine und Tonschiefer der Raibler Schichten finden sich unmittelbar unterhalb der Bärenbadalpe sowie südlich davon auf dem Westkamm des Bärenkopfes.

Von diesen Stellen geben die Profile 2a und 2b im Jahrbuch 1927, Seite 287, 288, eine schematische Abbildung. Alle diese Vorkommen zeigen keine Schichtung, sondern nur eine wirre Anhäufung.

Sie sehen ähnlich wie das Ausbruchsmaterial vor Stollenmundlöchern aus.

Dabei ist aber sowohl das Material der oberen Werfener Schichten, als auch jenes der Raibler Schichten räumlich voneinander getrennt und auch sonst nicht miteinander vermengt.

Heute lagern diese Schichtenhaufen größtenteils offen auf der Bergoberfläche, und sie werden daher in geologisch kurzer Zeit abgetragen und zerstört sein.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß es sich hier ursprünglich um viel größere Massen gehandelt hat.

Wie diese Haufwerke von fremden Schichten in ihre heutige Lage gebracht worden sind, läßt sich derzeit nicht genauer angeben.

Sicherlich bietet aber der Vorgang der Reliefüberschiebung für die Abschürfung und Verschleppung solcher Schichtenmassen reichliche Gelegenheit.

Die westliche Fortsetzung des Stanserjochs bildet jenseits des tief verschütteten Falzthurntales der mächtige Kamm des Sonnenjochs.

Der Zusammenhang der einzelnen Zonen zu beiden Seiten des Falzthurntales ist von seinem Ursprung unter der Lamsenspitze bis zu seinem Ende unzweifelhaft.

Der Hauptdolomitzone des Rauhen Knöll entspricht jene des Hahnkampl, die Raibler Schichten des Lunstsattels finden ihre Fortsetzung bei der Grammai-Alpe. Das Gewölbe des Stanserjochs selbst setzt sich in jenes des Sonnenjochs fort.

Die große Überschiebungsmasse von Brunntal—Tristkogel geht in jene von Bärenlahnerscharte—Schaufelspitze—Falzthurnerjoch über.

Trotz der unzweifelhaften Identität der stratigraphischen und tektonischen Zonen zu beiden Seiten des tiefen Falzthurntales ist die ganze Gestaltung der Reliefüberschiebung hier doch schon wieder eine andere geworden.

Das Grundgewölbe des Stanserjochs erscheint nicht mehr in so großer Ausdehnung, sondern nur noch als Kern des Sonnenjochs.

Das Wettersteingewölbe der Bärenwand, welches ich früher für die westliche Fortsetzung des Sonnenjochgewölbes angesehen habe, ist wahrscheinlich eine überkippte Mulde, welche nicht zum Grundgebirge, sondern auch zur Schubmasse gehört. Fig. 5 gibt eine Abbildung der tektonischen Struktur dieser Bärenwand in der Eng.

Wenn wir uns vorstellen, daß die vordersten Teile der Karwendelschubmasse beim Vormarsch in eine schmale tiefere Furche geraten und sich dort festrennen, so ist bei weiterem Vorschub der hinteren Massen die Möglichkeit zu großangelegten Überkipnungen gegeben.

Ich glaube, daß die Überkippfung der Bärenwand in der Eng auf diese Weise zu erklären ist. Wir werden weiter westlich im Bereiche von Gamsjoch- und Falkenkamm noch viel großartigere Beispiele derselben Art von Überkipnungen kennenlernen.

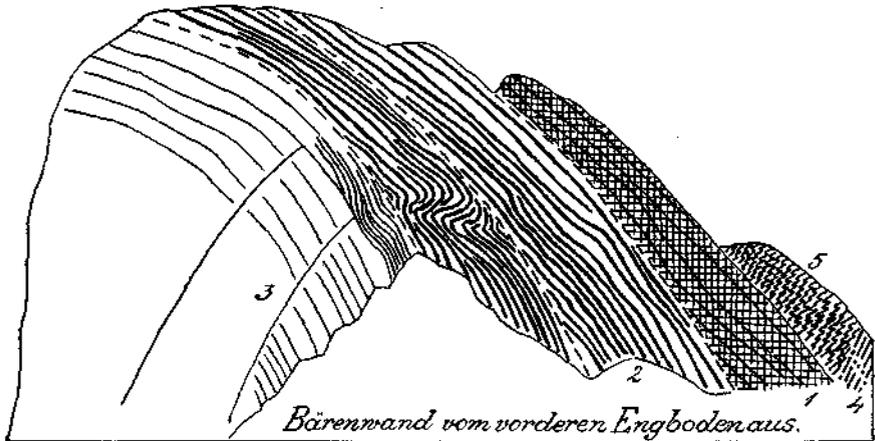


Fig. 5. 1 = Rauhacken. 2 = Muschelkalk. 3 = Wettersteinkalk. 4 = Kössener Schichten.  
5 = Juraschichten.

Das Wesentliche bleibt dabei, daß die vorderen Teile einer Schubmasse in eine tiefere Furche geraten und dortselbst festgehalten werden. Wenn nun die hinteren Massen noch weiter vorwärtsdrängen, so kann es leicht zu Überkipnungen dieser vorderen, festgeramten Teile der Schubmasse kommen.

An dem hohen Kamm des Sonnenjochs können wir weiter deutlich erkennen, wie die Überwindung einer hohen Schwelle des Grundreliefs auf eine darüber marschierende Schubmasse zerlegend einwirkt.

Dies ist sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordseite des Sonnenjochs in großartigen Verhältnissen zu sehen.

Die Rauhacken- und Reichenhaller Schichten sind in großen Massen sowohl an der Südseite vor dem Steilanstieg zum Sonnenjoch als auch beim Steilabstieg an der Nordseite des Sonnenjochs in der tiefen Furche des Bärenlahner Grabens angehäuft.

Der Muschelkalk hat die Rauhacken überfahren und bildet den Gipfel des Sonnenjochs. Am weitesten ist jedoch der Wettersteinkalk vorgedrungen, der die mächtige Muldenform von Schaufelspitze—Bettlerkarspitze—Falzthurnerjoch zusammensetzt.

Dieser muldenförmige Teil der großen Schubmasse ist am weitesten gegen N vorgeglitten und hat dabei sogar die kleine Gütenbergmulde umgestoßen. Die Muldenform der Schubmasse selbst ist offenbar die Abbildung einer breiteren Talform des Untergrundes, welche durch die Einfahrt der Schubmassen ausgefüllt worden ist. Vergleiche Tafel V.

Am Nordrand dieser Muldenform treffen wir wieder einen Saum von enorm zerdrückten Gesteinsmassen.

Er besteht vom Engtal bis zum Nordgrat der Bettlerkarspitze vor allem aus lichtgrünen Werfener Sandsteinen, Salzton, Gips, Rauh- wacken und Dolomitbreccien.

Am Nordrand des Falzthurnerjochs führt genau dieselbe tektonische Grenzfluge Sandsteine und Tonschiefer der Raibler Schichten ebenfalls in einem Zustand hochgradiger innerer Auflösung und Zerpressung.

Es handelt sich wohl um das Auftauchen von gleitfähigem Material, welches an der Basis der Schubmasse mitgeschleppt und an ihrem Rande vorgestoßen worden ist.

Ebenso bezeichnend für die Gewalt des Anschubes oder die Brandung der Schubmasse an dem alten entgegenstehenden Relief des Untergrundes wie die eben beschriebene Gleitfluge ist auch die gewaltige Zertrümmerung des Hauptdolomits südlich des Plumssattels.

Auf der ganzen Strecke, wo hier die große Karwendelschubmasse an den Südflügel der Gütenbergmulde stößt, ist der Hauptdolomit der letzteren in einen Mylonit verwandelt. Dieser Mylonitstreifen zieht sich aus dem Falzthurntal über den Kamm des Plumssattels bis nahe an das Engtal hinunter und erreicht südwestlich vom Plumssattel eine größte Breite von über 1 km.

Wir werden viel weiter im W, wo die Karwendelüberschiebung noch einmal bis zum Hauptdolomit im Gebiete südlich der Vereinsalpe vorstößt, dieselbe gewaltige Mylonitisierung wieder finden.

In der Zwischenstrecke greift die große Schubmasse nicht so weit nach N vor und brandet an einem mächtigen Wall von Wettersteinkalk, der dem Anshub ohne solche Zertrümmerung zu widerstehen vermochte.

Die tektonischen Formen des Sonnjochkammes gehören zu jenen des Stanserjochs und bilden mit ihnen eine geschlossene Formgemeinschaft. Die Grundanlage bildet ein langgestrecktes Gewölbe von Wettersteinkalk, das sowohl im S wie im N von Tälern begrenzt und selbst bereits tief erodiert war.

Die Schubmassen überschritten diesen Kamm und wanderten in breiter Front noch darüber gegen N hinunter. Eine Überkipfung hat hiebei nur im Bereiche der Bärenwand stattgefunden. Hier erfüllten sie einen breiten alten Talraum, wo sie noch heute zwischen Achental und Eng eine Länge von zirka 16 km bei einer größten Breite von zirka 5 km einnehmen.

Die Abbildung Taf. V bringt einen typischen Querschnitt durch diese ganze Zone, welcher auch den schönen Bewegungssinn dieser Gesteinsmassen wiedergibt, der ihnen bei jener großen Bewegung eingeprägt wurde und den selbst heute die Ruinen dieses Bauwerkes noch zur Schau tragen.

Für diesen Bewegungstypus bedeutet nun das Engtal einen wichtigen Wendepunkt. Zwischen Engtal und Bärenalpscharte tritt uns eine neue Formgemeinschaft entgegen, welche vor allem in mächtigen Überkipungen ihren Ausdruck findet.

Ich habe im Jahre 1903 bei meiner Beschreibung des Karwendelgebirges diesen mittleren Teil insoferne unrichtig verstanden, als ich die hier auftretenden überkippten Schollen für Bestandteile des Grundgebirges hielt, während es sich nach meiner heutigen Einsicht wohl viel wahrscheinlicher um Randteile der großen Karwendelschubmasse handelt.

Der Kamm des Gamsjoches zwischen Eng- und Lalidertal bietet hier interessante und für die neue Auffassung leitende Befunde.

Dieser Kamm war es ja auch, wo seinerzeit die Entscheidung zwischen der Auffassung des Karwendelnordrandes als Verwerfung oder als Überschiebung zugunsten der letzteren gefällt wurde. Der mächtige Querkamm des Gamsjoches ist dadurch ausgezeichnet, daß noch heute die Decke von Altriasgesteinen von der großen Nordwand der Grubenkar Spitze etwas über 2 km weit zungenförmig gegen N vorspringt und dabei aufs klarste von Juraschichten unterlagert wird. Diesen Befund habe ich schon bei meiner ersten Karwendelaufnahme feststellen können.

Es dreht sich nun aber um die weitere Fortsetzung des Profils zum Gamsjoch und darüber hinaus zum Roßkopf.

Diesen Teil des Profils habe ich damals nicht verstanden, und er ist auch erst durch die Einführung des Begriffinventars der Reliefüberschiebung aufgehellt worden.

Wenn wir die hieher gehörige Abbildung Taf. V betrachten, so ergibt sich zunächst, daß das Profil des Gamsjoches aus tektonisch verschiedenwertigen Teilen besteht.

Nach meiner Auffassung sind hier einerseits Stücke eines alten Grundreliefs andererseits Stücke der Überschiebungsmasse ineinandergeschaltet.

Als Bestandteile des Grundreliefs fasse ich den nördlichen Teil des Gamsjoches sowie den seltsamen Gipfel des Roßkopfs auf.

Gamsjoch und Roßkopf sind Ausschneidungen aus einem großen Gewölbe von Wettersteinkalk, das als Fortsetzung demjenigen des Stanserjoches entspricht.

Im S und im N dieser mächtigen Aufwölbung befinden sich Muldenzüge, welche von jungen Schichten ausgefüllt werden.

Im Bereiche der großen Aufwölbung des Grundreliefs war schon zur Zeit des Einschubes der Karwendeldecke eine Schichtenmasse von vielleicht 2000 m Mächtigkeit abgetragen worden.

Wir haben es also mit einem Grundrelief zu tun, in dem sich bereits Abtragungen von sehr bedeutendem Ausmaß vollzogen hatten.

Die Breite der Aufwölbung ist uns aus dem Gebiete des Stanserjoches, wo sie noch ziemlich ganz erhalten ist, mit ungefähr 4 km wohl bekannt.

Am Westende des Karwendelgebirges scheint diese alte Aufwölbung zwischen Scharnitz und Mittenwald noch etwas mächtiger gewesen zu

sein. Dort hat nämlich der noch schön erhaltene Nordflügel dieses Gewölbes heute eine Mächtigkeit von zirka 2·5 km.

Wir haben jedenfalls eine großmächtige Aufwölbung vor uns, welche im S und im N von ebenso gewaltigen Mulden begleitet war.

Die tiefe Kreidemulde im N des Karwendelgebirges zählt noch heute zu den größten tektonischen Bauelementen der Nordalpen.

Die wahrscheinlich ebenbürtige Muldenzone im S unseres Wettersteingewölbes ist vollständig unter der Karwendeldecke begraben worden und schaut nur mehr in einzelnen Fenstern darunter hervor.

Es war also ein breitwelliges Faltenland gegeben mit einer Reliefspannung von mindestens 2000 m.

Über dieses bereits tief erodierte Faltengebirge von einfachem, großzügigem Bau ist nun die Karwendeldecke vorgeedrungen.

Im Bereiche des Gamsjochkammes finden wir von dem alten Grundrelief im S eine flachliegende Zone von jungen Schichten (Hauptdolomit bis Aptychenkalk), dann eine tiefe Furche und endlich die aus dem Wettersteingewölbe herausgeschnittenen Zinnen von Gamsjoch und Roßkopf.

Die Einfüllung der Schubmassen in dieses vorgegebene Relief geschah nun etwa in folgender Weise.

Die Furche auf der Südseite des Gamsjochs muß ziemlich tief gewesen sein. Daher senkte sich der vorderste Teil der anrückenden Schubmasse so steil hinab, daß er beim weiteren Vorschub hier unten festgehalten wurde.

Durch den Vorschub der hinteren Massen wurde nun diese in der Furche tief verankerte Scholle zur Überkipfung gebracht.

Auch damit hatte der Vorschub noch kein Ende. Die überkippte Scholle wurde nun selbst überschoben, die Massen überschritten noch die hohe Schwelle des Gamsjochs, und ein Teil ist sogar noch jenseits in die Schlucht zwischen Gamsjoch und Roßkopf hinabgeglitten.

Damit hat nun auch das merkwürdige und schwer verständliche Profil des Roßkopfs eine Auflösung gefunden (Fig. 6).

Kommt man von der Westseite her, so findet man am Roßkopf ein sehr einfaches Profil: Wettersteinkalk—Raibler Schichten—Hauptdolomit. Kommt man vom O her, so sieht man einen eigentümlich geformten, von glatten Wänden umgürteten Felskopf von Wettersteinkalk, an dessen Flanken wild gefaltete Rauhacken und Reichenhaller Schichten emporbranden.

Diese Rauhacken sind sogar in Höhlen und Nischen der alten Wettersteinwand hineingepreßt. Wir haben hier ein geradezu prächtiges Bild des alten Reliefs vor uns, in das die wilde Steinflut der großen Überschiebung mit ihren letzten Wogen hineinbrandete.

Auch diese tektonisch prachtvolle Stelle ist nur dadurch erhalten geblieben, daß wahrscheinlich der ganze Roßkopf in Rauhackenmassen eingehüllt war, aus denen er erst wieder von der Erosion allmählich herausgeschält wurde.

Gleich östlich vom Roßkopf hat die große Schubmasse dann den offenbar viel niedrigeren Wall von Wettersteinkalk überwältigt und ist bis zum Hauptdolomit vorgeedrungen.

Das Zusammenwirken von Grundrelief und Schubmasse, welches wir soeben vom Gamsjochkamm besprochen haben, findet auch am Falkenkamm einen sehr lebendigen und großartigen Ausdruck.

Manche Einzelheiten der Bauweise treten hier neu oder noch deutlicher hervor. Der Falkenkamm ist, wie Taf. V zeigt, ebenfalls in mehrere tektonisch ungleichwertige Bestandteile aufzulösen.

Im S haben wir den Ladizkopf, der noch der jungen Schichtenserie angehört und noch eine Kappe von überschobener Alttrias trägt. In den Juraschichten des Ladizkopfes hat P. Richter im Jahre 1927 das Vorkommen von Diabas entdeckt.

Damit scheint die alte Notiz von A. v. Pichler über den Fund von Stücken von Melaphyr bei der Binsalpe am Lamsenjoch eine Bestätigung gefunden zu haben.

Südlich vom Ladizkopf lagert der Mahnkopf, eine typische, überkippte Randscholle der Karwendeldecke. Diese Überkippfung ist hier dadurch

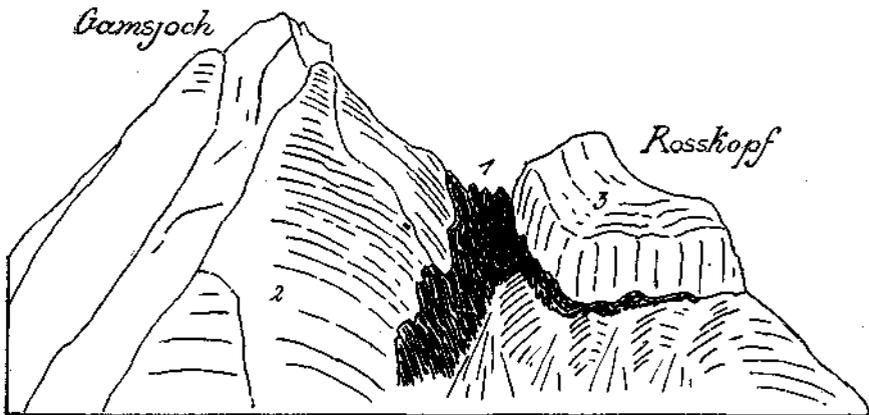


Fig. 6. Ansicht vom Phunssattel aus. 1 = Rauhacken. 2 = Wettersteinkalk. 3 = Wahrscheinlich alte Oberflächenformen, die unter der Rauhackennasse begraben waren.

besonders ausdrucksvoll, weil noch auf den Rauhacken ziemlich ausgedehnte Massen von Buntsandstein und gleich daneben auch noch von Kössener Schichten und Aptychenkalken lagern. Wir haben also hier gleichsam die Sohle der Karwendeldecke offen vor uns liegen, welche nicht nur Stücke der ältesten Gesteine führt, sondern auch noch mit Fetzen der überschrittenen jungen Schichtenzone bedeckt ist. Nördlich vom Mahnkopf erkennen wir einen schmalen, keilförmigen Gesteinskörper, der im unteren Teil aus Muschelkalk, im oberen aus Wettersteinkalk besteht.

Nach meiner derzeitigen Einsicht möchte ich diesen Gesteinskeil für einen Teil des Grundgebirges halten.

Wenn diese Auffassung zutrifft, so hätten wir hier einen relativ schmalen Felskamm vor uns, welcher von der vorrückenden Karwendeldecke nicht nur überschritten, sondern auch überkippt worden ist.

Mit anderen Worten, wir hätten hier einen schmalen alten Bergkamm vor uns, der durch die Gewalt der Schubmassen umgestürzt worden ist.

Diese Umstürzung kann aber erst erfolgt sein, nachdem bereits ein Teil der Schubmasse diesen Kamm überschritten hatte.

Wir finden nämlich nördlich von diesem eben beschriebenen Keil von Wettersteinkalk noch eine große überkippte Scholle, welche die Steinkarlspitze und auch noch einen großen Teil des südlichen Falkenkammes zusammensetzt. An der Steinkarlspitze (südlicher Falk) findet die Überkippfung einen besonders großartigen Ausdruck in den wild verbogenen Rauhwacken und Reichenhaller Schichten, welche diesen Gipfel erbauen. Die Steinkarlspitze zeigt hier über einem monumental einfachen Sockelbau einen wildbewegten Oberbau. — Taf. V.

Die Wildheit dieser Schichtenverbiegungen und Steilaufrichtungen gerade in der Gipfelregion ist bei der bisherigen Deutung unverständlich geblieben.

Bei der Auffassung als Frontüberkippfung einer Reliefüberschiebung stellen jedoch gerade diese Teile infolge der Umbiegung und nachfolgenden Zerreißung wichtige und hochstrapazierte Gelenkstücke dar.

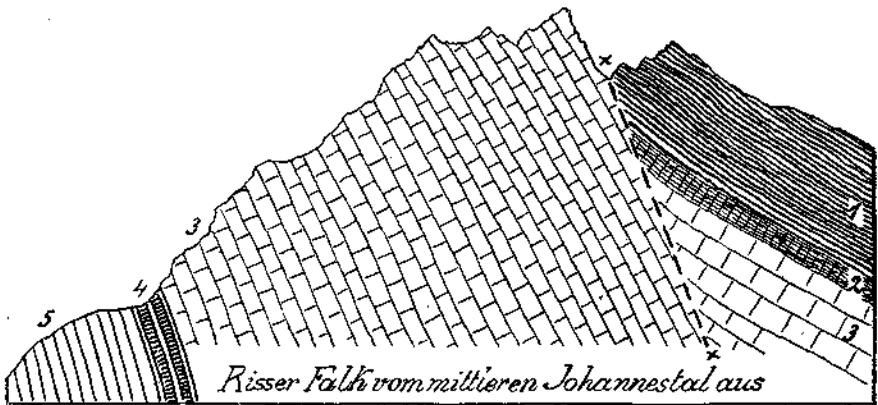


Fig. 7. 1 = Muschelkalk. 2 = Mergelige Zone. 3 = Wettersteinkalk. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit. X - X = Anlagerungsgrenze.

Auch hier sind noch Reste von ganz zerschuppten Aptychenkalken auf die Rauhwacken aufgeschoben, die von der südlichen Zone junger Schichten offenbar abgerissen und verschleppt worden sind. Die Unterlage der Rauhwackenzone der Steinkarlspitze bilden Muschelkalk und Wettersteinkalk. Diese Gesteine bauen zusammen den südlichen Teil der Falkengruppe auf.

Sie stoßen längs einer steilstehenden Trennungsfuge an den nördlichen Teil der Falkengruppe, der schon zum alten Grundgebirge gehört.

Diese Trennungsfuge, Fig. 7, welche mir schon bei meiner ersten Begehung des Gebietes aufgefallen war, ist ihrer Anlage nach eine Erosionsfläche, welche jedoch durch den gewaltsamen An- und Aufschub der Karwendeldecke tektonisch umgestaltet wurde.

Eine ähnliche Trennungsfuge zwischen Grundgebirge und anlagernder Schubmasse durchschneidet auch die Gamsjochgruppe.

Weiter im W finden wir eine solche Grenzfläche, dann auf der Südseite des Stuhlkopfs.

Im Bereiche des Falkenkammes trennt diese Fuge den südlichen, flach lagernden, überkippten Wettersteinkalk der Karwendeldecke von dem nahezu seiger stehenden Wettersteinkalk des Grundgebirges.

Westlich vom Falkenkamm finden wir zwischen Johannestal und Bärenalpscharte schon einfachere tektonische Verhältnisse.

Die Zone der jungen Schichten liegt hier unter riesigen Moränenmassen begraben und schaut nur noch in kleinen zufälligen Fenstern heraus.

Die Front der Karwendeldecke besteht aber auch da noch aus zwei überkippten Randschollen, welche in dem Gebiete nördlich des Hochalpsattels prachtvoll aufgeschlossen sind.

Die Ursache der Überkipfung ist auch hier in einer Furche des alten Grundreliefs zu suchen. Die Ursache der Zweiteilung der Über-

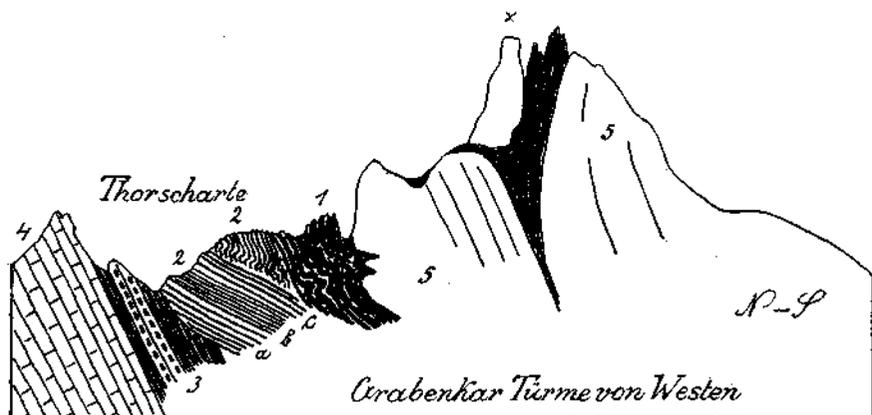


Fig. 8. 1 = Rauhdecken und Mylonit der Reichenhaller Schichten. 2 = Muschelkalk. a = Dicke, helle Kalkbänke. b = Dünnschichtige Mergellagen mit Hornsteinknauerkalken. c = feste, lichte Kalklagen. 3 = Partnachschieben. 4 = Wohlschichten. 5 = Wenig geschichteter Wettersteinkalk. x = Große Schubscholle.

kippung dürfte wohl in einer Fortsetzung jenes Scheidekammes begründet sein, den wir zwischen Mahnkopf und Steinkarls Spitze am Falkenkamm bereits beschrieben haben. Oberflächlich ist jedoch ein solcher Scheidekamm westlich vom Johannestal nicht mehr zu sehen. An seiner Stelle treten aber, wie Fig. 8 zeigt, riesige abgeschürfte Trümmer von Wettersteinkalk auf, die wahrscheinlich Stücke dieses überwältigten Scheidekammes vorstellen, der selbst in der Tiefe begraben liegt.

Die südliche Schuppe wird dabei größer, die nördliche kleiner und verschwindet bald ganz. Die Grenze der Karwendeldecke gegen das nördliche Grundgebirge verläuft hier immer noch in Steilstellung.

Charakteristisch ist für das Gebiet zwischen Johannestal und Rontal die Einschaltung von ziemlich mächtigen Partnachschieben.

Die Front der Karwendeldecke stößt dabei unmittelbar an diese Partnachschieben und zeigt uns so, daß hier die Erosion sogar schon das ganze Wettersteindach vor der Überschiebung zerstört hatte.

Wir werden am Westende des Karwendelgebirges sehen, daß der Erosionseinschnitt bereits den innersten Kern des großen Gewölbes, die Reichenhaller Schichten ergriffen hatte.

Die Überkippung gewinnt auch nördlich vom Hochalpsattel noch einen gesteigerten und wildlebendigen Ausdruck.

Die hier zu beobachtenden Schichtenstörungen erinnern sehr an die Bewegungsbilder vom Gipfel der Steinkarlspitze. An der Bärenalpscharte nimmt die Überkippung an der Nordfront der Karwendeldecke ein plötzliches Ende.

Von dort treffen wir bis zum Durchbruch an der Porta Claudia auch am Nordrand der Karwendeldecke nur mehr auf normal gelagerte Triasschollen, welche unmittelbar dem tieferodierten Grundgebirge auflagern.

Im Bereiche der Wörnerspitze dringt hier die Karwendeldecke wieder über den Wettersteinwall des Grundgebirges bis zum nördlich davon gelegenen Hauptdolomituzug vor.

Wieder treffen wir wie in der Gegend des Plumssattels ganz gewaltige Mylonitisierungen, die das ganze Hauptdolomitgebiet im S der Vereinsalpe beherrschen.

Im Bereiche der Wörnerspitze bildet eine gewaltige geschlossene Wand von Wettersteinkalk unmittelbar über dem Mylonit des Hauptdolomits den Stirnrand der Karwendeldecke.

Von hier gegen W weicht dieser Stirnrand dann stärker gegen S zurück und so kommt wieder das darunter begrabene große Gerölle von Wettersteinkalk zum Vorschein.

Einen der schönsten Aufschlüsse für die Reliefüberschiebung bietet endlich der Kamm vom Brunnstein zur Karwendelspitze an der Nordwestecke des Karwendelgebirges. — Taf. V. Diese Aufschlüsse haben schon durch A. Rothpletz im Jahre 1888 eine ausführliche Darstellung, aber keine richtige tektonische Erklärung gefunden.

Dieselbe wird durch die Reliefüberschiebung geliefert.

In wunderbarer Weise sehen wir hier, Taf. V, im N das tiefzerschnittene große Wettersteingerölle vor uns mit seinem offenen Kern von Muschelkalk und Reichenhaller Schichten.

Wir haben die strukturelle Fortsetzung des Stanser-Joch-Gerölles vor uns, nur ist hier am Westende des Karwendelgebirges der Eingriff der Erosion ein wesentlich tieferer und schrofferer gewesen.

Außerdem wurde hier das Gewölbe von der Karwendeldecke nicht mehr überschritten. Der Aufschub der Karwendeldecke auf das alte Relief ist zwischen Scharnitz und Mittenwald geradezu prachtvoll zu verfolgen.

Zwischen Schubmasse und Grundrelief sind noch mehrfach mitgeschleppte Schollen und Fetzen der südlich begrabenen jungen Schichten zu erkennen.

Die hangende Masse von Wettersteinkalk ist durch Übereinander-schieben mehrerer Schollen im Bereiche des Brunnsteinkammes unmäßig verstärkt worden.

Offenbar war der Aufschub auf das alte Relief nur mit Überwindung einer großen Reibung möglich gewesen. Fig. 9 zeigt die Zerschuppung in den tieferen Teilen der großen Schubmasse hier an.

Wir haben nun die Hauptzeugen für die Reliefüberschiebung am Nordrande des Karwendelgebirges vom Achensee bis zur Porta Claudia in kurzen Umrissen beschrieben. Die Reliefüberschiebung ist gewiß nicht auf das Karwendelgebirge beschränkt, sie setzt sich, wie mir wohlbekannt ist, sowohl nach O wie auch nach W weit darüber hinaus fort.

Sie ist indessen im Karwendelgebirge aufgefunden worden und sie erreicht auch hier eine selten großartige Ausdrucksweise.

Von besonderem Interesse ist die Fortsetzung der Reliefüberschiebung vom Karwendel- ins Wettersteingebirge.

Die Karwendeldecke hängt zunächst geschlossen mit dem Mieminger Gebirge zusammen.

Dagegen nimmt das Wettersteingebirge eine relativ selbständige Stellung ein.

Ich habe nun seinerzeit gegenüber O. Schlagintweit, welcher Mieminger- und Wettersteingebirge zu einer Schubmasse vereinigt hatte, die Meinung vertreten, daß das Wettersteingebirge mit dem Zug des Stanser Jochs zu verbinden sei und so unter die Karwendel-Mieminger Decke hinein gehöre.

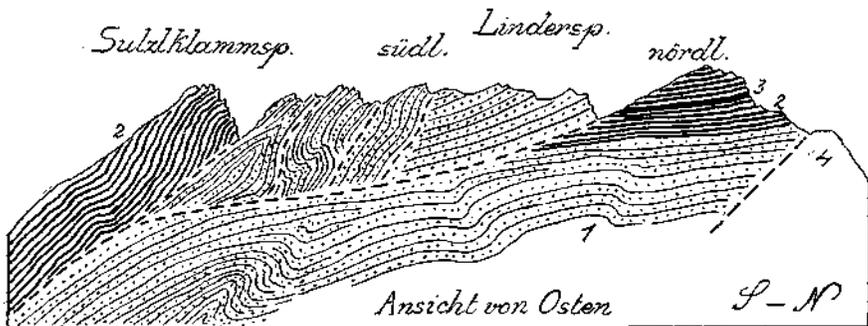


Fig. 9. 1 = Rauhwacken-Mylonite-Kalke der Reichenhaller Schichten. 2 = Muschelkalk. 3 = Zone von Pietra verde. 4 = Wettersteinkalk.

Dieser Standpunkt ist nun durch meine eigenen Arbeiten unhaltbar geworden.

Die Hauptmasse des Wettersteingebirges gehört daher tatsächlich zur Mieminger Decke und damit auch zur Karwendeldecke.

Es ist eine Aufgabe der Zukunft, die Grenzfläche zwischen der Wettersteindecke und dem darunter liegenden alten Grundrelief in den Einzelheiten festzustellen.

Die Reliefüberschiebung hat auch hier ein altes Problem zur Entscheidung gebracht.

Die Reliefüberschiebung ist aber auch nicht etwa auf die Nordalpen beschränkt. Ich weiß aus eigenen Erfahrungen vom Sommer 1926, daß dieselbe z. B. auch im Bereiche der Südtiroler Dolomiten eine weite Verbreitung einnimmt.

Die Reliefüberschiebung bietet in sehr vielen Fällen nicht nur die Möglichkeit die Einzelheiten der Tektonik zu erklären, sondern sie gewährt zugleich auch einen Einblick in uralte Oberflächenformen, welche sonst nirgends mehr zu erkennen sind. Die Erforschung der Reliefüberschiebungen besitzt daher auch morphologischen Wert.

Eine wichtige Rolle fällt dann der Reliefüberschiebung bei der Prüfung der Überfaltungshypothese zu.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführungen, daß ein Grundrelief eine Form vorstellt, welche weder überrollt noch sonst auf den Kopf gestellt werden kann, ohne zu zerbrechen. Es ist also eine typische, unverkennbare „Aufrechtstehform“.

Ihre weite Verbreitung beweist daher, daß die Schubdecken der Nordalpen nicht durch Überfaltung, sondern durch einfaches Über-einanderschieben in ihre derzeitige Lage gekommen sind.

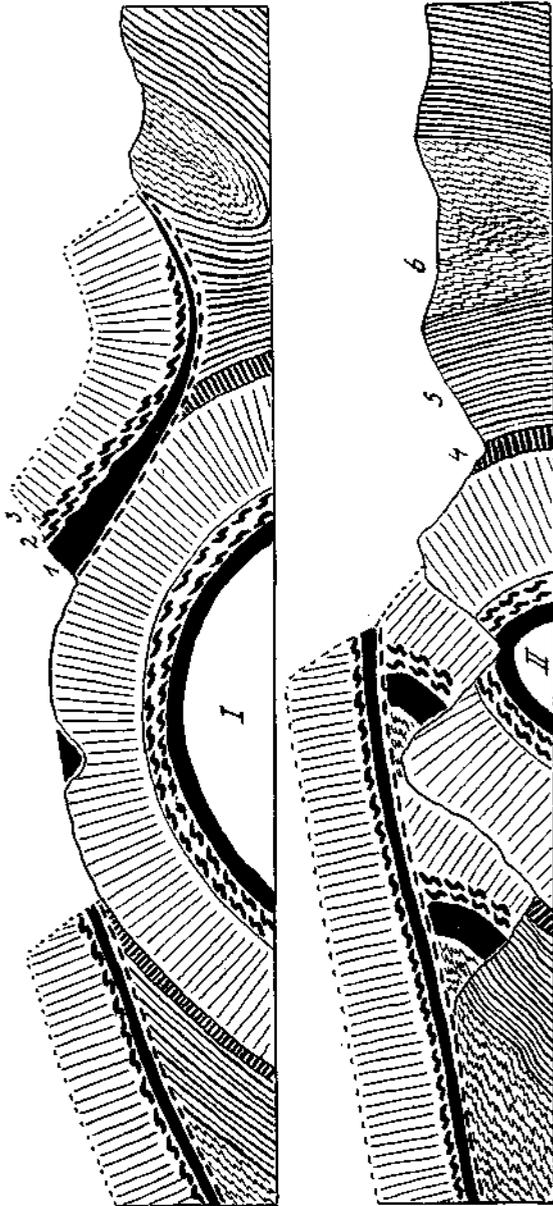
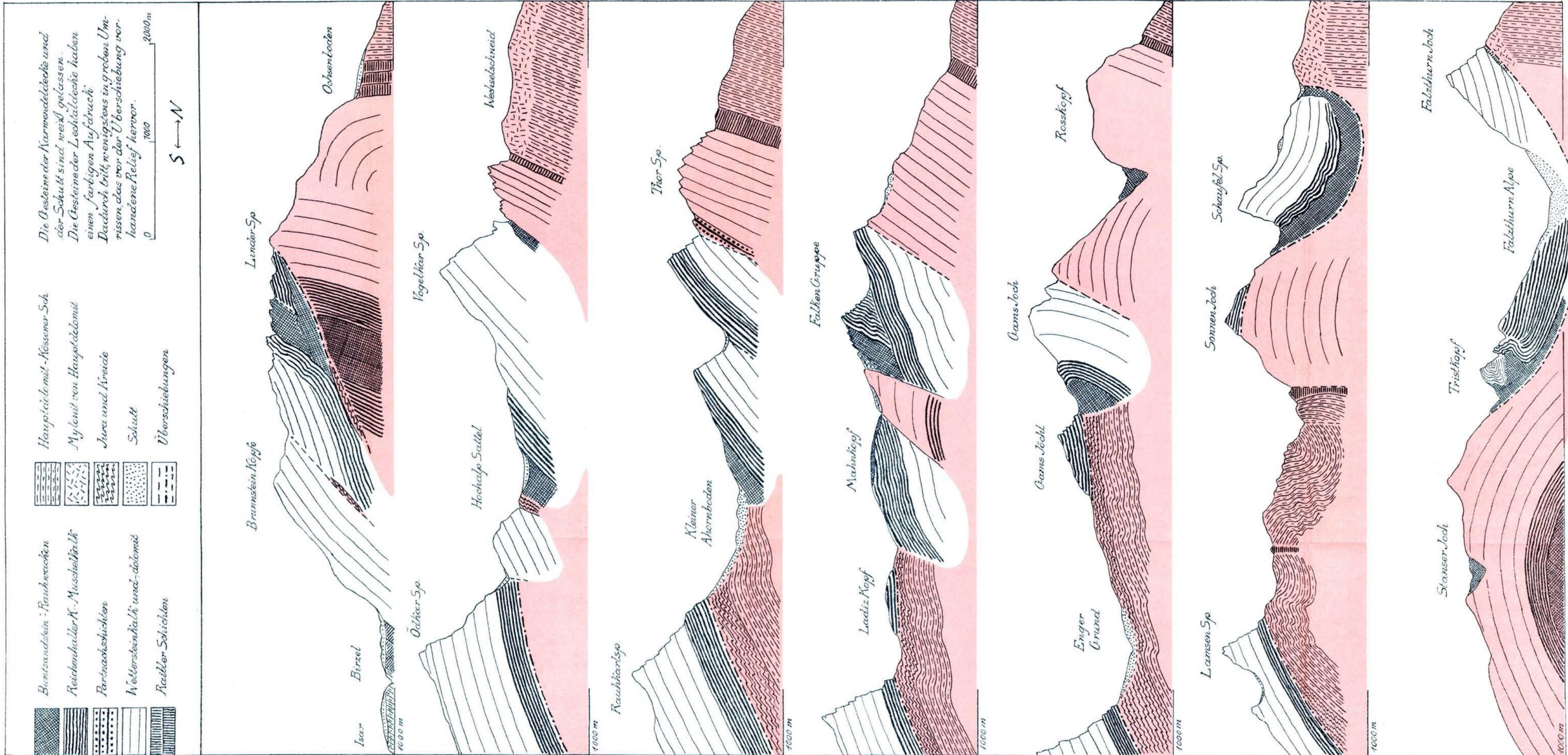


Fig. 10. 1 = Buntsandstein + Raibwacken + Reichenhaller Schichten. 2 = Muschelkalk. 3 = Wettersteinkalk und Dolomit. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit und Küssener Schichten. 6 = Jura und Kreide.  
I = Typus Stanzseech. Eine kleine Kerbe wird angefüllt und überfahren, eine große, weiße Kerbe gestattet die freie Einfahrt der Schubmasse.  
II = Typus Gamsseech-Falkenkaum. Zwei tiefe Kerben verursachen mächtige Überkipplungen.

Bei dieser Übereinanderschichtung hat das Grundrelief eine bedeutende Wirkung auf die Ausgestaltung der Überschiebung ausgeübt.

Fig. 10 wiederholt noch im Schema die Hauptumformungen, welchen wir hier im Karwendelgebirge begegnen sind.



Druck der Österreichischen Staatsdruckerei in Wien.