

# GEOLOGISCHE FORMENWELT UND BAUGESCHICHTE DES ÖSTLICHEN KARWENDELGEBIRGES

VON  
OTTO AMPFERER  
ORDENTL. MITGLIED D. AKAD. D. WISS.

(MIT 103 TEXTFIGUREN)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. MAI 1942)

## Einleitung.

Die neue dreiblättrige Alpenvereinskarte des Karwendelgebirges, deren geologische Aufnahme wieder von Prof. Dr. Raimund v. Klebelsberg angeregt wurde, ist in ihrer Bearbeitung nicht mehr einheitlich.

Während die ältere Aufnahme dieses Gebirges auf den österreichischen Blättern der Spezialkarte 1:75.000 „Innsbruck—Achensee, Achenkirchen und Zirl—Nassereith“ von Otto Ampferer ausgeführt war, hat dieser Verfasser von der neuen Karwendelkarte nur mehr das Ostblatt bearbeitet. Den zwei westlichen Blättern hat Dr. Georg Mutschlechner geologischen Inhalt und Umriß gegeben.

Zwischen den beiden Aufnehmenden bestand während ihrer mehrjährigen Tätigkeit keinerlei Austausch der gegenseitigen Erfahrungen. Es ist daher der Leser gezwungen, selbst einen solchen Austausch zu vollziehen, sofern er an einer einheitlichen Erfassung des ganzen Gebirgsraumes interessiert sein sollte.

Die Neuaufnahme des Ostblattes der Karwendelkarte wurde in den Sommern von 1938 bis 1939—40—41 mit einer Aufwendung von zirka 25 Laufwochen besorgt. Für diese Arbeit hat der Deutsche Alpenverein dreimal Subventionen zur Verfügung gestellt, wofür der Verfasser auch hier seinen herzlichen Dank kundzugeben wünscht.

Der größte Teil dieser Feldarbeiten wurde von Pertisau am Achensee, der Rest von Jenbach und Innsbruck aus durchgeführt.

Über Teilergebnisse konnte der Verfasser in den folgenden Arbeiten berichten:

Akademie der Wissenschaften—Wien—Sitzungsberichte 1939, 1940 und 1941:

Über einige Formen der Bergzerreißung.

Zum weiteren Ausbau der Lehre von den Bergzerreißungen.

Bergzerreißungen im Inntalraume.

Tektonische Nachbarschaft Karwendel-Sonnwend-Gebirge.

Mitteilungen des Alpenländischen Geologischen Vereins—Wien—1939.

Über die Neuaufnahme des Ostblattes der Karwendelkarte.

Neue geologische Erfahrungen von 1939.

„Natur und Volk“, 1. September 1942. Geologisches Schauen und Naturerklären im Inntal-Raume.

Die Lage des Verfassers war bei dieser Feldarbeit insofern eine besondere, als er das Glück hatte, nach einer langen Zeit wieder ins Gebirge seiner Jugendgeologie zurückkehren zu können. Es bedeutete dies nicht nur eine Menge von unerwarteten Begegnungen mit längst vergessenen Eindrücken, sondern auch die Gelegenheit, manche flüchtige Einsicht nach Form und Inhalt ins Genauere zu rücken.

Für die Betrachtung des Gebirges hatte die Verfolgung der „Reliefüberschiebungen“, der Ablagerungen der „Schlußvereisung“ sowie der mannigfachen Formen der „Bergzerreißen“ vielen Anreiz zur Weiterforschung geboten.

Die Lehre der Reliefüberschiebungen in den Alpen hat bekanntlich gerade vom Stanserjoch ihren Ausgang genommen.

Tatsächlich ist auch dieses Gebiet geradezu unerschöpflich an Bestätigungen für die Annahme, daß hier eine alte Gebirgsform nicht nur einmal, sondern sogar zweimal von mächtigen Schubmassen überwältigt wurde.

Die Annahme der Schlußvereisung ermöglichte eine Fülle von Anzeichen von kurzlebigen Gletschern von den Resten der weit älteren Gletscherwelt der Würmeiszeit zu trennen. Die Prüfung der Gehänge und Gipfelgestalten auf die Wirkungen der rastlos schaffenden Zugspannungen der Schwere führte zu einem weit lebendigeren Bild der Gebirgsumformungen. Es ist erstaunlich, in welchem Ausmaß die Berge von dieser Urgewalt bereits zerrissen und wie weit die Vorbereitungen zu neuen Gleitungen und Bergstürzen vielfach gediehen sind.

Die Summe der in ihrem Grundhalt erschütterten und standunsicher gewordenen Bestandteile der Steilhänge ist über alle Erwartung groß und verdient schon als Bedrohung der Siedlungen unsere Aufmerksamkeit.

Interessant sind auch viele Gleitungen, die durch innere gegenseitige Abstützung einen neuen Halt gewonnen haben.

Die Beachtung der Bergzerreißen bietet weiter auch Vorteile bei jeder morphologischen Bewertung der Landschaft.

Mancher neue zeitliche Maßstab läßt sich auf diese Weise zurechtlegen und einhängen. Das Ostblatt der Karwendelkarte enthält in seinem Rahmen als Kernstück das uralte Überschiebungsgebiet von Stanserjoch—Sonnjoch, das prächtige Doppelgelenk der Kreidemulde des Karwendels, die Verbauung des Achensees, ein Stück der Inntalterrassen und den Zusammenschluß von Karwendel und Sonnwendgebirge.

Dieser Zusammenschluß ist heute genauer zu vollziehen, nachdem wir durch die sorgfältige Arbeit von E. Spengler auch fürs Sonnwendgebirge über eine gute Karte 1:10.000 verfügen.

Im Sonnwendgebirge haben meine Begehungen im wesentlichen Bestätigungen der Spenglerkarte erbracht. Nur in Fragen der Tektonik, der Bergzerreißen und der Ausdehnung der Schlußvereisung sind einige Fortschritte zu verzeichnen.

Der Einteilung des Stoffes der vorliegenden Arbeit liegt folgende Gliederung zugrunde.

Für einen eigenen stratigraphischen Teil sind zu wenig neue Ergebnisse vorhanden. Auch wurden keine neuen Fossilauflösungen durchgeführt. Die alten Fundstätten sind inzwischen von den Sammlern größtenteils verwüstet worden.

So finden die stratigraphischen Bemerkungen ungezwungen in der Beschreibung des Gebirgsbaues ihren Raum.

Die Schilderung der Einzelformen des Gebirgsbaues und ihrer größeren Zusammenhänge bildet nach Umfang und Neuheit den Kern der Arbeit.

Die Erscheinungen der Bergzerreißen werden laufend beachtet, ebenso wie die Ablagerungen der Eiszeit. Die Trennung zwischen der Hinterlassenschaft der Würmeiszeit und der Schlußvereisung ist unschwer zu vollziehen.

Für die zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung eingeschaltete wärmere Zeitstrecke hat Rudolf Graf v. Sarnthein durch eine Reihe von Bohrungen quer über die Südbucht des Achensees den pollenanalytischen Nachweis erbracht.

Aus der Zusammenfassung der erkannten Eigenheiten des Karwendelgebirges gewinnt man die Kraft, seine Rolle und Einfügung in dem Baurahmen der nördlichen Kalkalpen zu begreifen.

### Baubeschreibungen.

Jedes Überschauen des Karwendelgebirges überzeugt uns aufs neue von der scharfen Einseitigkeit seines Gebirgsbaues.

Seine machtvollen Schichtkämme sind alle gegen S zu flacher, gegen N zu steil bis überkippt. Daher sind die Nordwände von besonderer Steilheit und vielfach Schaustücke großartiger stolzer Aufragungen.

Dabei verbindet sich große Höhe und Steilheit auch noch mit ausgiebiger Länge, so daß eine Gestaltung entsteht, welche in den Alpen an Wucht und Schwere kaum übertroffen wird.

Milde Jöcher, aus weichen Juraschichten geschnitten, liegen weithin diesen Ungeheuern zu Füßen wie Erlösungen aus düstern, wilden Träumen.

Bereits im Jahre 1902 konnte der Verfasser zeigen, daß das Karwendelgebirge aus zwei großen Schubdecken besteht, welche die Grundformung beherrschen. Es sind untenliegend die „Lechtaldecke“ und auf dieser thronend die Reste der „Inntaldecke“. Diese Decken sind nicht auf das Karwendel beschränkt, sondern greifen sowohl nach W wie nach O weit darüber hinaus.

Innerhalb des Rahmens des Ostblattes der Karwendelkarte sind beide Decken deutlich und durchgreifend getrennt. Weiter westwärts ist die Nordgrenze der Inntaldecke noch immer nicht festgelegt.

Jedenfalls ist die mächtige, tiefgreifende Karwendelmulde mit ihrem Kreidekern ein Bestandteil der Lechtaldecke und wohl kaum von der Inntaldecke überschritten worden. Zumindest sind mir keine Anzeichen einer Überwältigung der Kreidemulde von S her bekannt geworden. Dagegen hat von O her eine teilweise Überwältigung stattgefunden. Bei der Beurteilung der Decken und ihrer Zusammenhänge darf man nicht vergessen, wieviel von diesen Bauwerken schon zerstört und entfernt ist.

Es handelt sich dabei aber nicht allein um eine Erniedrigung des Gebirges, sondern häufig auch um Verstellungen und Ableitungen kleinerer Schollen, die durch die Einschnitte der Erosion nicht bloß an ihrem Schichtgut beraubt wurden, sondern auch Lockerungen ihres Haltes erlitten haben.

Es gibt zahlreiche Fälle, wo durch ungleiche Abtragung das Gleichgewicht einer schrägen Scholle so gestört wurde, daß sie zum Abgleiten kam. In anderen Fällen kann eine gespannte Falte so zerschnitten werden, daß ihre entspannten Glieder neue Gleichgewichte anstreben.

Kurz und gut, mit der Abtragung einer Decke sind für ihre Reste und auch für ihren Untergrund mannigfache Lageänderungen verbunden.

Die geistige Ergänzung der heute vorliegenden Ruinen der alten Bauwerke der Alpen zu ihren einstigen Vollwerten stellt eine recht schwierige und manchmal gar nicht mehr lösbare Aufgabe vor.

Im Bereiche des Karwendels sind aber genügend viele klare und tiefgreifende Aufschlüsse vorhanden, so daß man aus ihrer Summe weite Rückblicke in seine Vergangenheiten herausrechnen kann.

Wir beginnen unsere Gebirgsbeschreibung am besten mit dem Stanserjoch, das sich zwischen Inntal—Achensee—Stallental—Falzthurntal erhebt.

#### Stanserjoch.

Das Stanserjoch hat alten geologischen Sonderruf, seit im Jahre 1865 auf seinem kahlen Schädel aus Wettersteinkalk A. v. Pichler unterste Trias in Form von Buntsandstein-Haselgebirge-Rauchwacken-Reichenhaller Kalken mit *Natica stanensis* und *Myophoria costata* entdeckt hatte.

Es war einer der ersten und besten Nachweise von Überschiebungen in den Alpen, dessen Bedeutung aber lange nicht voll erkannt wurde.

Bei der Karwendelaufnahme 1884 durch A. Rothpletz und seine Gefolgschaft wurden diese alten Schichten als Einbruch einer lokalen Schubmasse in den First des Wettersteinkalk-Gewölbes beschrieben.

Erst der Verfasser erkannte 1903 das Vorhandensein der großen Karwendelüberschiebung, zu der auch diese alten Gesteine am Stanserjoch gehören. Die Eigenart dieser Vorkommen

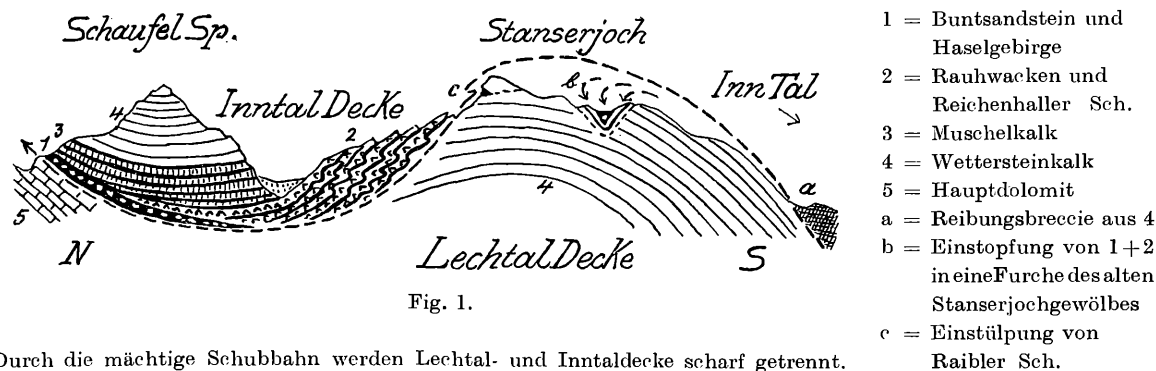


Fig. 1.

Durch die mächtige Schubbahn werden Lechtal- und Innthaldecke scharf getrennt.

blieb ihm aber noch bis 1924 verschlossen, wo ihm endlich hier die Wirkungsweise der Relief-überschiebungen zum Bewußtsein gelangte.

Es entspricht der Bedeutung dieser Entdeckung, wenn damit die Schilderung des Aufbaues des Karwendels eingeleitet wird.

Vom Innthal aus macht das Stanserjoch mit seinem langen, einförmigen Rücken einen recht langweiligen Eindruck und man hat keine Ahnung von der kraftvollen und eigenartigen Berggliederung an seiner Nordseite.

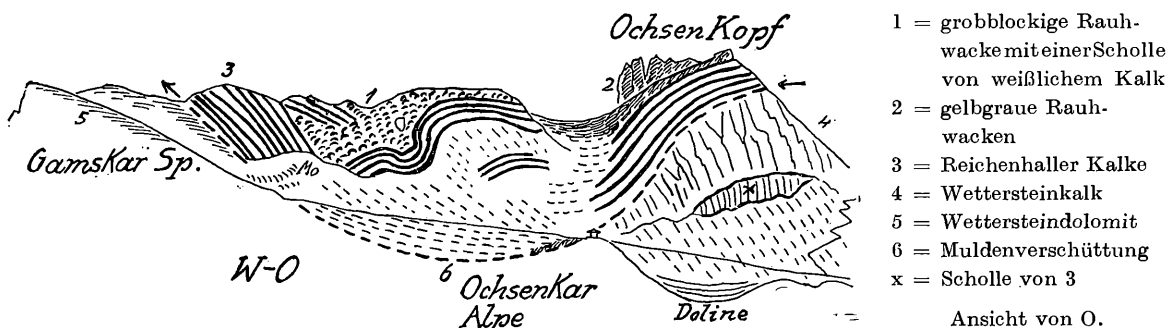


Fig. 2.

Fig. 1 legt einen Querschnitt durchs Stanserjoch vor, der die wichtigsten Eigentümlichkeiten seines Aufbaues enthüllt.

Am Südfuß sehen wir die alten Schichtglieder der Innthaldecke, dann oben in der tiefen Furche des Hahnkampls die berühmten Altriasreste und endlich am Abfall ins Falzthurntal eine gesteigerte Summe von Unregelmäßigkeiten in der Schichtfolge und in der Bauweise.

Am Südfuß ist in der Schlucht des Brüggelebaches eine mächtige tektonische Breccie aus Wettersteinkalk erschlossen, die unmittelbar einer blankgeschliffenen Schubfläche von Wettersteinkalk auflagert.

Die Neigung der geschliffenen Bahn beträgt zirka  $45^\circ$  und ist damit etwas steiler als der Südhang des Stanserjoches.

Diese Druckbreccie ist zwischen dem Stanserjochgewölbe und dem Muschelkalk von Schloß Tratzberg eingeschaltet. Sie zeigt Linsenform und kann im Streichen etwa 2 km weit verfolgt werden. Die größte Mächtigkeit beträgt zirka 300 m.

Dieses Gebilde ist wohl als „Reibungsbreccie“ an der Basis der wandernden Inntaldecke zu verstehen.

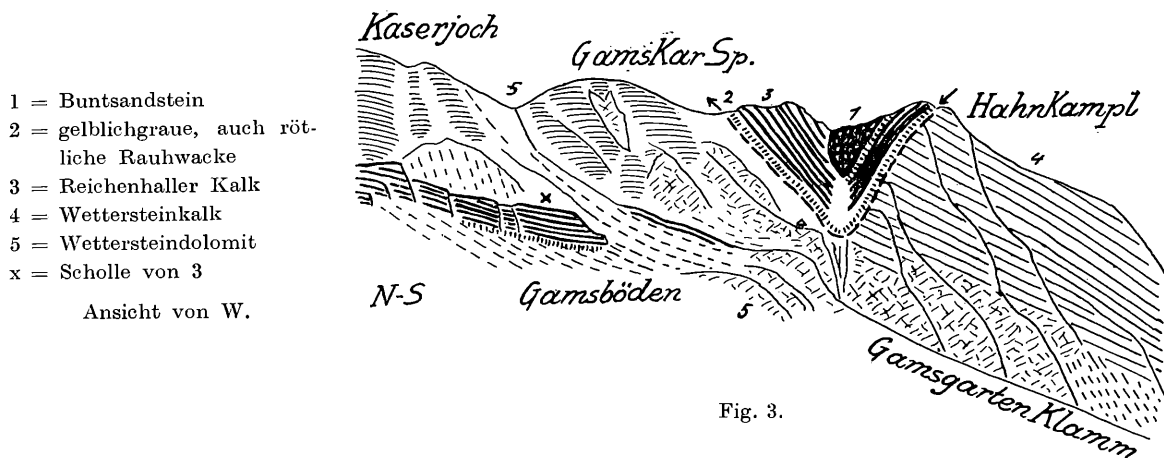


Fig. 3.

Der Streifen der Inntaldecke, welcher den Südfuß des Stanserjoches begleitet, reicht vom Tiergarten unterhalb von Jenbach in einer Länge von etwa 10 km bis ins Stallental hinein. Er begleitet also den ganzen Südfuß und enthält Rauhwacken, Spuren von Haselgebirge, Dolomitmylonite sowie gut ausgebildeten hornsteinreichen Muschelkalk. Über dieser Vorstufe strebt dann Wettersteinkalk und Dolomit vielfach in blanker Plattenrüstung zum Scheitel des Stanserjoches empor.

Fig. 4.

- 1 = Buntsandstein
- 2 = Rauhwacke
- 3 = Reichenhaller Kalk
- 4 = Wettersteinkalk
- 5 = Wettersteindolomit
- x = Dolinen

Ansicht von O.

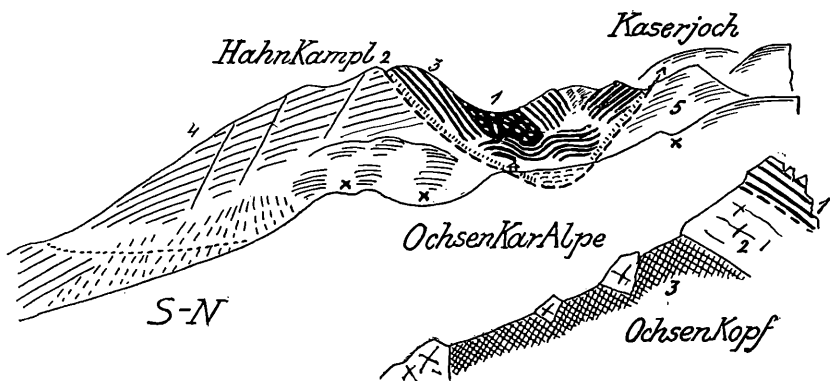


Fig. 4.

Fig. 9.

Fig. 9.

- 1 = Reichenhaller Kalk
- 2 = Wettersteinkalk
- 3 = Wettersteindolomit

Unterbrochen wird dieser Aufstieg durch eine tiefe Furche, welche vom Kamm des Ochsenkopfes bis zur Naudersalpe klar ausgebildet liegt. Diese etwa 3 km lange, scharf eingeschnittene Furche ist, wie schon erwähnt, mit Alttriasgesteinen ausgestopft.

Fig. 1 zeigt die Form dieser Ausstopfung zwischen Hahnkampl und Gamskarspitze. Fig. 2 gibt eine Ansicht dieser Einschaltung am Kamm des Ochsenkopfes, wo sie ihre größte Breite erreicht.

Fig. 3 legt ihre Ausbildung an der Westseite des Hahnkampls und Fig. 4 jene an der Ostseite, Fig. 5 an der Westseite des Saukopfes bei der Naudersalpe vor.

Hält man diese fünf Querschnitte durch unsere alte Talfurche zusammen, so erkennt man an ihrer Fällung, daß dieselbe durchaus nichts mit einer Einfaltung zu tun hat. Besonders

deutlich tritt die Einschneideform der alten Furche an der Schichtung des Wettersteinkalkes des Hahnkampls hervor.

Auch die Annahme eines tektonischen Einbruches verfehlt das Richtigkeitsziel, weil sich die Flanken des Wettersteinkalkes und Dolomits ja in der Tiefe der Furche talartig schließen.

So bleibt als einzige naturgemäße Lösung nur die Annahme, daß wir hier vor einer alten Erosionsrinne stehen, welche dann beim Anmarsch und der Jochüberschreitung durch die Inntaldecke mit alten Gesteinmassen gefüllt wurde. Diese Gesteine wurden in der Furche zurückgehalten und von den nachfolgenden Massen dann überschritten.

Die Anschoppung der Alttrias ist in dieser alten Furche ausgezeichnet klar zu erkennen. Wenn man Fig. 5 genauer ins Auge faßt, so drängt sich die Einsicht auf, daß diese Einfüllung der Furche kein einmaliger, sondern sogar ein zweimaliger Vorgang war.

Zuerst wurden für die Füllung ausschließlich nur Alttriasschichten verwendet. Darüber trat aber eine weitere Einschiebung von Raibler Schichten und Hauptdolomit ein.

Sehr deutlich ist dieser Vorgang bei der Naudersalpe und an der Rappenspitze erkennbar.

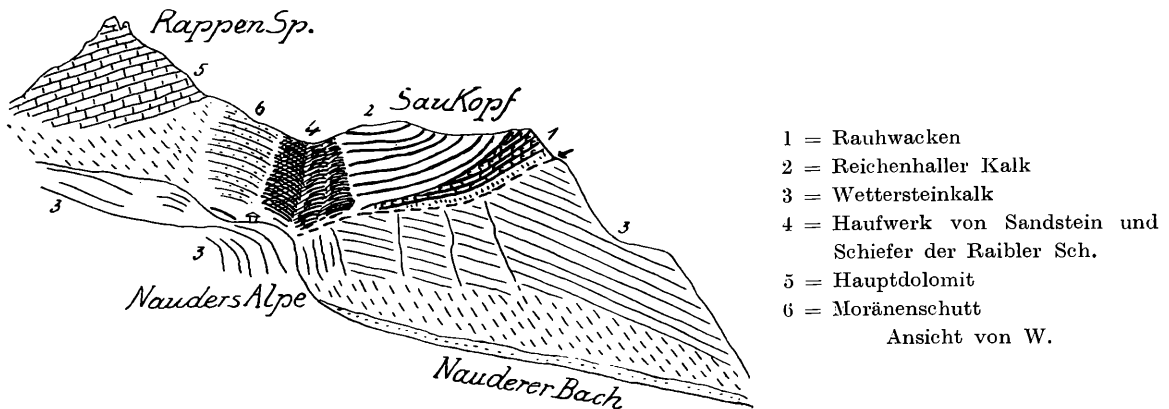


Fig. 5.

Die Neuaufnahme hat aber eine Reihe von Stellen an der Nordseite des Stanserjoches ausgekundschaftet, wo solche Eindeckungen der Alttriasschubmassen mit den typischen Sandsteinen und Tonschiefern der Raibler Schichten vorliegen. Meistens handelt es sich nur um verhältnismäßig dünne Auflagerungen, doch kommen auch dickere Decken mit Muschelbreccien vor.

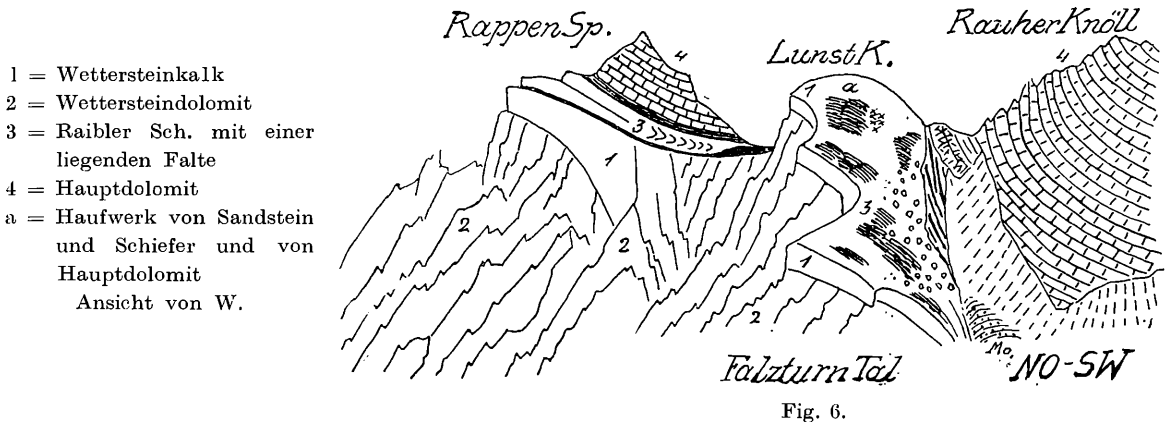
Wenn wir von unserer alten Furche zur Kammhöhe emporsteigen und dieselbe überschreiten, so gelangen wir in einen neuen Formenkreis der Reliefüberschiebungen.

Während sich die Wirkung der Reliefüberschiebungen an der Südseite des Stanserjoches auf die Abschleifung des Gewölbes, auf Gesteinszertrümmerungen sowie die Ausstopfung der alten Talfurche beschränkte, tritt nun an der Kammhöhe eine neue Form der Gewalttätigkeit des Vormarsches in Erscheinung.

Es werden Schuppen aus dem Scheitel des Gewölbes abgeschoben und darunter keilförmige Einschaltungen von Raibler Schichten und Alttrias eingeklemmt.

Es entstehen ganz eigenartige Bewegungsbilder, von denen bereits Fig. 1 Zeugnis ablegt. Am großartigsten sind jedoch diese Überstülpungen und Abschiebungen des Wettersteingewölbes an der Nordseite der Rappenspitze entwickelt. Es war mir schon bei meiner Karwendelaufnahme 1901—1902 aufgefallen, daß eigentlich der kühne Zahn der Rappenspitze, der aus Raibler Schichten und Hauptdolomit besteht, gar nicht recht in die Überschiebungswelt des Stanserjoches hineinpaßt. Im Jahre 1938 hat sich dafür endlich auch die Lösung gefunden.

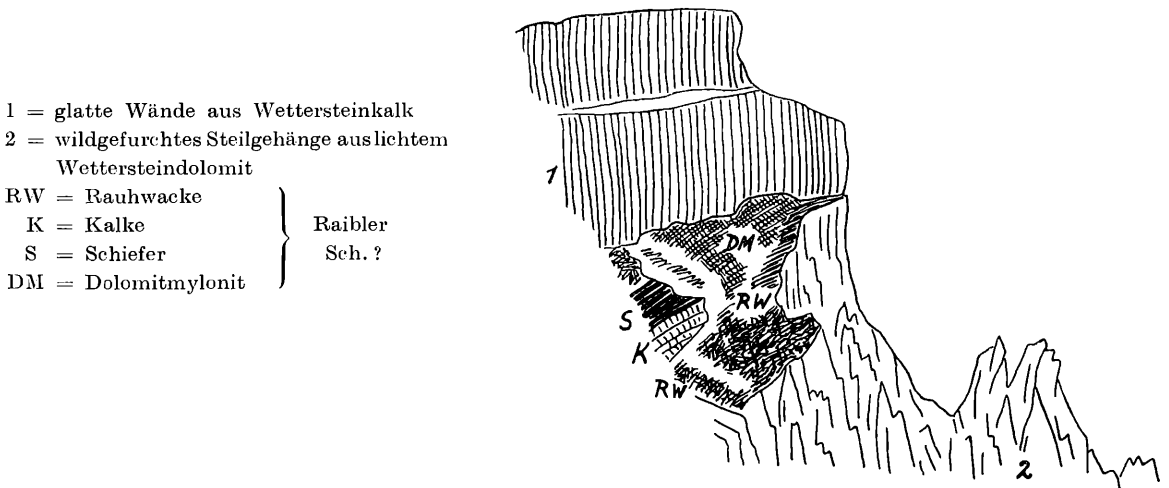
Die regelrechte Auflagerung von Raibler Schichten und Hauptdolomit auf dem Wettersteinkalk des Stanserjoches besteht nicht zu Recht. Die ganze Scholle der Rappenspitze ist nicht wurzelhaft mit dem Stanserjoch verknüpft, sondern stellt auch eine Schubmasse vor.



Wie Fig. 6 darstellt, findet sich an der Nordwestseite der Rappenspitze in ihrem Raiblersockel eine gut ausgebildete liegende Falte, welche die Verschiebung des flachgeschichteten Gipfelkörpers verrät.

Nach einer mündlichen Mitteilung des verstorbenen Freundes G. Geyer tritt im Liegenden des Hauptdolomits auch weiß- und rosafarbiger Gips auf, der wohl nur aus der Alttrias stammen kann. Ich konnte bisher diesen Fund nicht wiederholen. Die Hauptsache ist aber

### Nordwand d. Lärchkarkopfs



das Ergebnis, daß auch die Scholle der Rappenspitze in die großen Wanderschaften einbezogen ist.

Untersucht man das wilde Geschröf unterhalb der Rappenspitze in der Nordwand des Lärchkarkopfs, so erhält man das Bild von Fig. 7.

In überwältigender Prallheit zeigt diese stolze Wand die Einklemmung einer großen Masse von dunklen Schiefen-Rauhwacken-Kalken, die wahrscheinlich noch zu den Raibler-Schichten gehören. Die Teilnahme von Alttrias an diesem Schichtgemenge ist nicht ausgeschlossen.

Auch in der Nordwand des Kaserjochs ist dieselbe Art von Überstülpung und Einklemmung in etwas kleineren Dimensionen zu beobachten.

Steigen wir tiefer gegen das Falzthurntal hinunter, so gelangen wir in riesige Massen von Altrias. Mächtige Schuppen von gelblichgrauen Rauhwacken wechseln mehrfach mit dicken

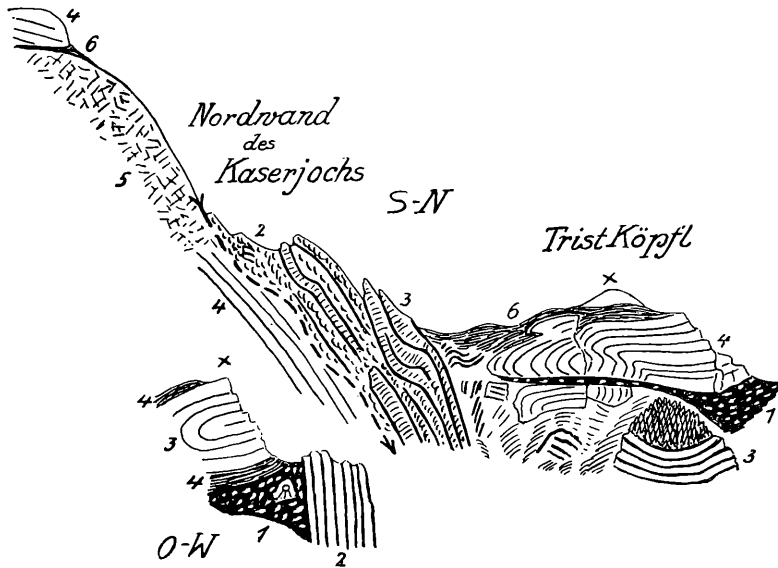


Fig. 8.

Fig. 8.

- 1 = Haselgebirge und grüne Sandsteine
- 2 = Rauhwacken
- 3 = Reichenhaller Kalke
- 4 = Wettersteinkalk
- 5 = Wettersteindolomit
- 6 = Raibler Sch.

Fig. 11.

- 1 = Haselgebirge und grüne Sandsteine
- 2 = Reichenhaller Kalke
- 3 = Wettersteinkalk
- 4 = Raibler Sch.

Fig. 11.

Lagen von dunklen Reichenhaller Kalken. Mehrfach erscheinen auch in die Rauhwacken Streifen, Schwänze und Nester von den lichtgrünen Sandsteinen und Letten des Haselgebirges eingeknetet.

Besonders großartige Umrisse gewinnen diese düsteren, höhlenreichen Rauhwackenlandschaften in der Umgebung des Lärchkarl, der Brunntalalpe und im Hintergrund des Tristenautales.

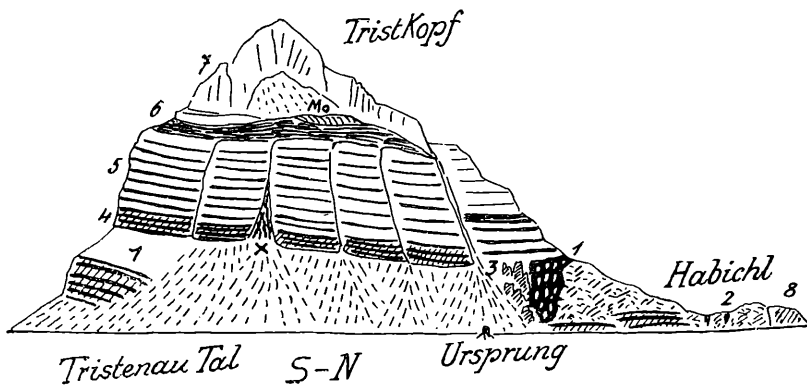


Fig. 10.

- 1 = grüne Sandsteine und Haselgebirge
- 2 = Rauhwacken
- 3 = Rauhwackentürme
- 4 = Reichenhaller Kalke
- 5 = Muschelkalk
- 6 = Partnachschichten
- 7 = Wettersteinkalk
- 8 = Hauptdolomit
- x = keilförmige Aufpressung von grau gelber blockiger Rauhwacke

Ansicht von O.

Den tiefsten Aufschluß der Rauhwacken bietet die Nordwand des Kaserjochs gegen das hintere Tristenautal.

In dieser gewaltigen Wand wechselt, wie Fig. 8 ausweist, mehrfach Wettersteinkalk und Dolomit miteinander. Die oberste Wandkrone besteht aus Kalk. Mit scharfgezogener Grenze folgt darunter eine schroffrippige Dolomitzone und darunter nochmals Kalk. Auffallend sind kleinere Schollen von Kalk, die an der steilen Dolomitwand kleben. Die Ein-



stufung dieser Kalkschollen in den steilen Anschnitt der Dolomitmasse dürfte wohl auf staffelweisen Absenkungen, vielleicht auch auf Einpressungen beruhen.

Es gibt auch an der Südseite des Stanserjochs unterhalb des Gipfels des Ochsenkopfes eine ähnliche Abstufung, die Fig. 9 zum Vergleiche bereitstellt.

Die scharfen, rechtwinkligen Umrisse der Kalkschollen gegen die Unterlage aus Dolomit weisen die Annahme von sedimentären Abscheidungen oder von unregelmäßiger Dolomitisierung der Kalkmassen als unwahrscheinlich zurück.

Viel wahrscheinlicher ist die Annahme von rein tektonischer Grenzbildung zwischen dem hangenden Kalk und dem liegenden Dolomit. Eine solche mechanische Grenzziehung ist am einfachsten durch vertikale Einsenkungen zu erreichen.

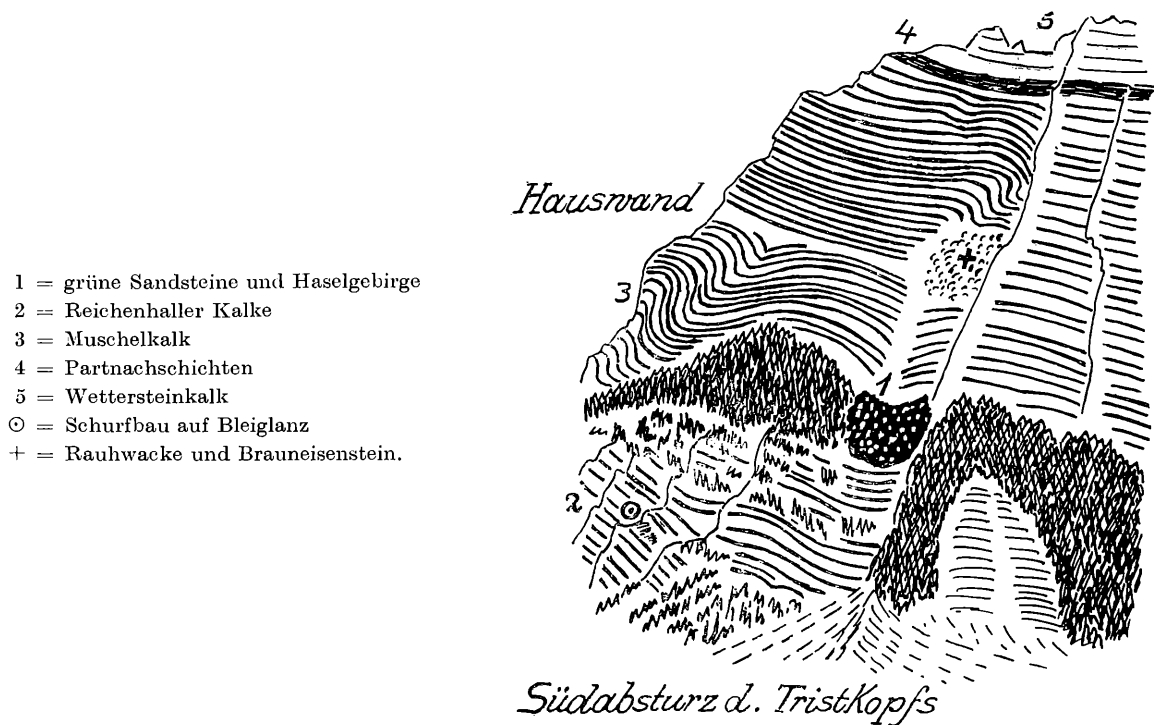


Fig. 10a.

Nun ist aber in bezug auf Festigkeit zwischen Wettersteinkalk und Dolomit kein großer Unterschied. Dies macht Einsenkungen nur durch die Schwere von relativ kleinen Kalkschollen sehr unwahrscheinlich.

Vielmehr ist wohl anzunehmen, daß diese Einpressungen der Kalkschollen in den Dolomituntergrund zu einer Zeit vollzogen wurden, als noch die schweren Massen der Inntaldecke auf dem Stanserjoch lagerten, bzw. darüber wanderten.

Wenn man diesen Gedanken festhält, so bietet er die Möglichkeit, auch nach Abtragung schwerer Decken noch im festen Felsuntergrund Anzeichen von längst erloschenen Bewegungen eingedrückt zu finden.

Zwischen Tristenautal und Brunntal erhebt sich eine kleine, formenschöne Berggruppe, welche die grüne Weide des einsamen Tristelalpels umragt. Es sind dies Tristkopf-Hirschsteigkopf und Tristköpfel.

Fig. 10—11—12 machen mit ihrer Räumlichkeit und ihrem Schichtbau bekannt.

Der Tristkopf ist von diesen drei Gestalten bei weitem die größte und schönste. Sein scharf gespitzter Dreikanter beherrscht ja auch neben dem stolzen weit höheren Sonnjoch das Bergbild der Bucht von Pertisau.

Sein Aufbau ist relativ einfach, wenn man von den zahlreichen Störungen in seinem Sockelbau absieht. Wie Fig. 10 anführt, haben wir eine aufrechte Triasfolge vor uns, die von Haselgebirge, erzführenden Rauhwacken, Reichenhaller Schichten über mächtige Bänke von Muschelkalk-Partnachschieben zum lichten Wettersteinkalk des Gipfels leitet.

Die Trias des Tristkopfes weist an zwei Stellen eine bescheidene Erzführung auf, einerseits in den tiefen Rauhwacken Einsprengungen von Bleiglanz, andererseits im Muschelkalk große Nester von Brauneisenstein. Fig. 10a.

Die tiefsten Schichten im Sockel des Tristkopfes finden sich an dem Verbindungskamm zu dem kleinen Vorsprung des Habichls.

Fig. 13 gibt eine kleine Übersicht dieser meist im Walde verborgenen Aufschlüsse.

Der auffallendste Bestandteil sind neben Ruinen von Rauhwackentürmen große Massen von grünen Sandsteinen des obersten Buntsandsteines. Damit verbunden erscheinen Mischwerke von grünen, roten Teigen des Buntsandsteins mit Dolomitbröckelchen und Rauhwacken. Tiefer streichen flachgelagerte Reichenhaller Kalke aus. Dieses Durcheinander von Bestandteilen der Altrias liegt an der Basis des Tristkopfes und geht in seiner Entstehung auf die

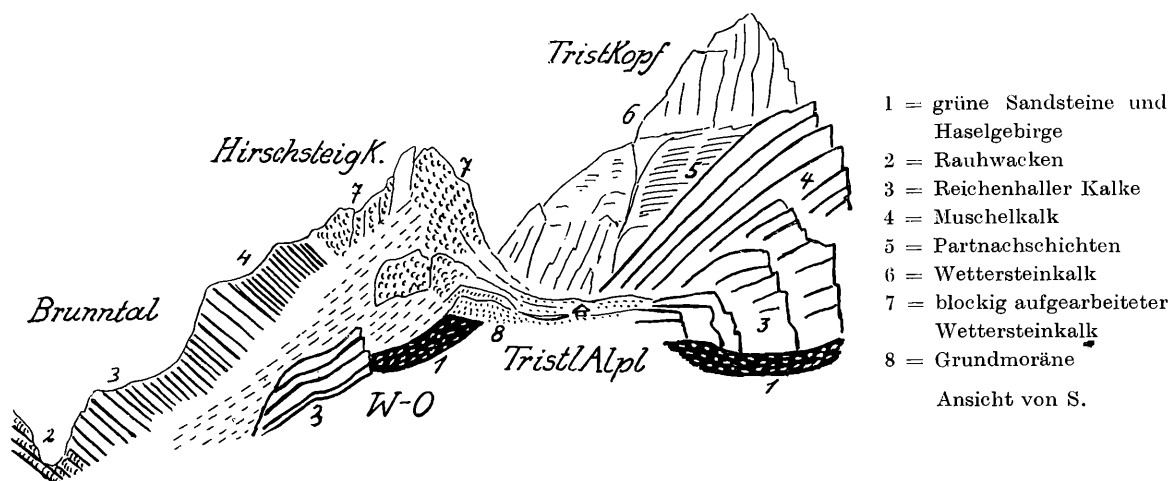


Fig. 12.

heftigen Verschiebungen und Verknetungen zurück, welche die Überschreitung und besonders die Abfahrt ins Falzthurntal erzwungen haben.

Auch sonst enthält der Körper des Tristkopfes bedeutende Störbereiche trotz seiner anscheinend ruhigen flachen Lagerung. Insbesondere sind die Platten des Muschelkalkes von zahlreichen senkrechten Klüften zerschnitten. In die so geschaffenen Fugen sind von unten her Keile von Rauhwacken eingepreßt, wie in Fig. 10 bereits angedeutet wurde.

An anderen Stellen zeigen die Rauhwackenbänke kräftige Verbiegungen. Jedenfalls nimmt am Tristkopf das Maß der Störungen von unten gegen oben recht deutlich ab.

Eine starke steilgeformte Verbiegung ist auch in der hohen Hauswand gegen das Tristl-alpel zu entwickelt. Ihre weitere Fortsetzung ist aber bereits zerstört. Die Verbindung des Tristkopfes mit dem Kaserjoch wird durch den schmalen Kamm des Tristlköpfels hergestellt.

Wie Fig. 8 und 9 belehren, haben wir hier eine ganz seltsame Bergform vor uns. Sie enthält auf der Westseite ein kräftig eingerolltes Muldenstück aus Wettersteinkalk und darüber eine Umhüllung von Raibler Schichten. Darunter streichen mächtige Rauhwacken mit Einschaltungen von Haselgebirge aus. Die Nudelrolle von Wettersteinkalk ist ohne jeden Zusammenhang mit ihrer Nachbarschaft und daher nur als eine von der großen Reliefüberschiebung herbeigeschleppte Form zu deuten.

Die Umhüllung von Kalken-Mergeln-Tonschiefern-Muschelbreccien und Sandsteinen der Raibler Schichten ist durch eine reichere Fossilführung ausgezeichnet.

In der Fossilbank sind *Corbis Melingi*, *Ostreen*, *Cidaris*-Stacheln zu erkennen. Auch Lagen mit *Sphaerocodium Bornemanni* stellen sich hier ein. Wieder ein anderes tektonisches Gesicht trägt der Hirschsteigkopf, Fig. 12, zur Schau.

An ihm fällt vor allem die heftige Zertrümmerung eines Teiles seines Gipfels auf. Ein großer Anteil der Gipfelfelsen ist vollständig zu Blockwerk zerbrochen, dessen Fugen tief verrostet sind.

Unterlagert wird diese tektonische Grobbreccie gegen das Brunntal zu von dünnschichtigem Muschelkalk, der sich zweimal wiederholt. Mit den Kalklagen sind auch Schieferlagen verbunden. Unterlagert wird der ganze Aufbau von dunklen Reichenhaller Kalken und Rauhwacken.

An der Südseite stößt der Hirschsteigkopf schroff an die grünen Sandsteine und Letten des Haselgebirges, aus denen auch die einzige Quelle des Tristelalpels entspringt.

Die Alpe selbst liegt auf Moränenwällen der Schlußvereisung, die sich gegen die Falzthurnalpe hinabziehen.

Hier fand ich am sogenannten Hirschsteig bei zirka 1200 m oberhalb der Falzthurnalpe noch einige kleinere erratische kristalline Gerölle.

- 1 = grüne Sandsteine und  
Haselgebirge
- 2 = Rauhwacken
- 3 = Reichenhaller Kalker
- 4 = Rauhwackentürme
- 5 = Hauptdolomit

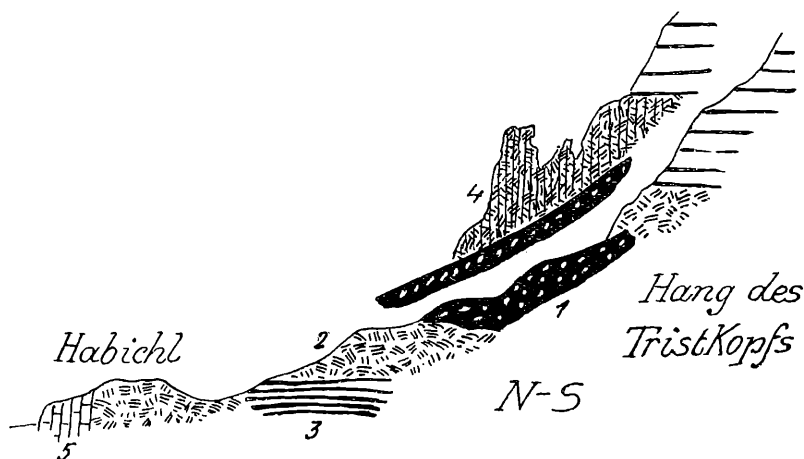


Fig. 13.

Mit der schönen Gruppe des Tristkopfes sind aber die Zeugen für die Überfahrt der Inn-taldecke über den Rücken des Stanserjoches noch lange nicht erschöpft.

Weiter westlich liegen noch große wurzellose Massen von Alptrias, welche das einsame Lärchkarl umgeben, und weiter östlich die vielstufige Masse, welche von der Bärenbadalpe zum Gipfel des Bärenkopfes, zum Weißenbachsattel und sogar zum Scheitel des Stanserjoches emporreicht.

In der Umrandung des Lärchkarls herrschen wieder Rauhwacken der Alptrias vor, die einen Schweif von grünen Sandsteinen der Haselgebirgszone umschließen. Die mächtigen Schuppen aus Rauhwacken wechseln mehrfach mit den dunklen Kalken und Dolomiten der Reichenhaller Schichten.

Ganz abgesondert von dieser großen Schubmasse befindet sich am Nordwestfuß der Rappenspitze eine kleine Scholle von Rauhwacken, welche gegen den Wettersteindolomit zu einfallen. Diese Scholle ist von der benachbarten Alptrias bereits völlig abgetrennt.

Weiter einwärts findet sich im Einschnitt des Falzthurntales keine Spur von Alptrias mehr. Die große Schubmasse, welche die Bärenbadalpe rings umgibt, läßt, wie die Karte zeigt, eine reiche Gliederung zu.

Wenn wir als Wegweiser für ein rasches Zurechtfinden das beistehende Profil, Fig. 14, benutzen, das von der Bucht von Pertisau über Zwölferkopf—Bärnbadsattel zum Bärenkopf emporführt, so begegnen wir auf diesem Wege so ziemlich allen wichtigeren Bauelementen.

Über einer Vorlage von alter Grundmoräne stellt sich zunächst ein Streifen von zerdrücktem Hauptdolomit ein, der vom Habichl quer über das tiefverschüttete Tristenautal herüberstreicht.

Dahinter liegt ein Streifen von Haselgebirge und Rauhwacke verborgen.

Nun steigt das Gehänge steil empor. Sein Aufbau wird durch die Aussprengungen der Forststraße, die zur Bärenbadalpe hinaufsteigt, ausgezeichnet aufgeschlossen. Es handelt sich

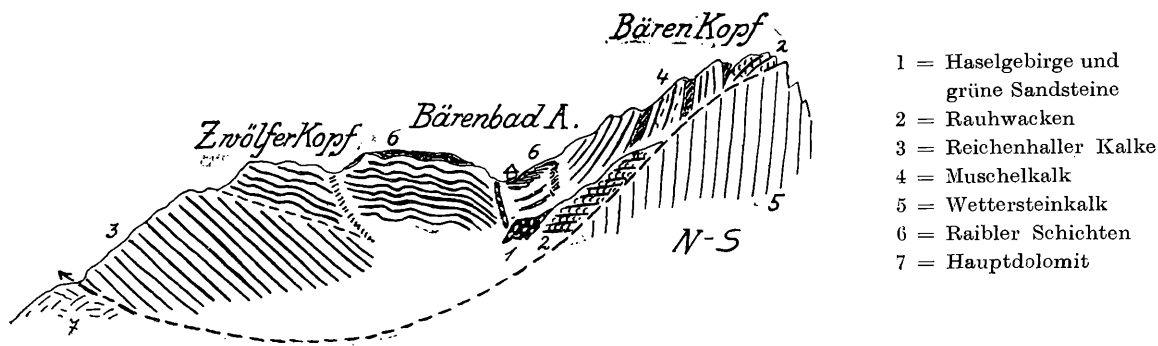


Fig. 14.

um eine große Scholle von Reichenhaller und Muschelkalk, welche mit zirka  $40^\circ$  gegen S zu einfallen. Stellenweise treten auch noch Rauhwacken und tektonische Breccien dazu.

Diese ganze Gesteinsplatte schwimmt auf Rauhwacken und wird auch oben von Rauhwacken eingedeckt. Erst über diesen Rauhwacken ragt dann der waldbedeckte Zwölferkopf empor, der wieder aus Reichenhaller Kalken besteht. Nun folgt eine flache Einsenkung, in der auch Haselgebirge durchstreicht.

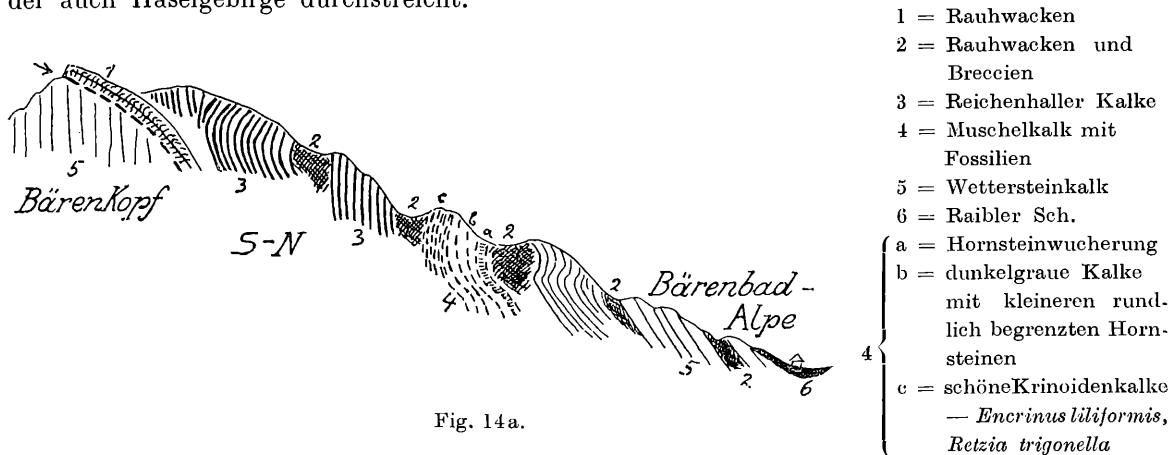


Fig. 14a.

In diesem Sattel fand ich auch Stücke von Lunzer Sandsteinen sowie einen erratischen Block von rotem Liaskalk.

Nun schließt bis zum Sattel der Bärenbadalpe ein flaches Kaminstück an, das aus Rauhwacken besteht, die mit einer Deckschicht von Lunzer Sandsteinen überzogen sind. Auf diesem Kamme liegt ein erratischer Gneisblock.

Im Sattel der Bärenbadalpe begegnen wir wieder einem Faden von grünem Haselgebirge und einer breiten Einlage von Lunzer Sandsteinen, auf denen die Wiesen der Alpe liegen.

Machen wir von dieser aussichtsreichen Alpe einen Abstecher zum Bärenkopf, so begegnen wir hier der in Fig. 14a dargestellten Schichtfolge. Unter den Rauhwacken tauchen dunkle Dolomite, buntstückige, zementarme Breccien (Gosau ?) sowie Teigwaren aus Haselgebirge auf.

Wir stehen vor einer deutlichen Mischungs- und Störungszone. Südlich davon erscheint lichter Kalk (Wettersteinkalk), dann eine Folge von Muschelkalk eingeschaltet. Hier finden

wir Kalke mit vielen Hornsteinwucherungen, dunkelgraue Kalke mit kleineren rundlich begrenzten Hornsteinen sowie schöne Krinoidenkalke mit *Encrinus liliiformis* und *Retzia trigonella*.

Weiter aufwärts gegen den Gipfel zu stellt sich eine mehrfach wechselnde Folge von Rauhwacken-Dolomitmylonit-Reichenhaller Kalken ein. Der Gipfel aus steilstehendem Wettersteinkalk wird von flach darübergebogenen Rauhwacken haubenförmig überzogen.

Nach den Bugformen der vorspringenden Kalkrippen läßt sich eine Faltenreihe zusammenreimen, die aber keine volle Wirklichkeit besitzt, weil die unteren Gelenke dieser Falten verborgen sind.

- 1 = Rauhwacken
- 2 = Reichenhaller Kalke
- 3 = Raibler Sch. — meist Haufwerke
- 4 = bunte Breccien auf dem Wettersteinkalk
- x = Dolinen

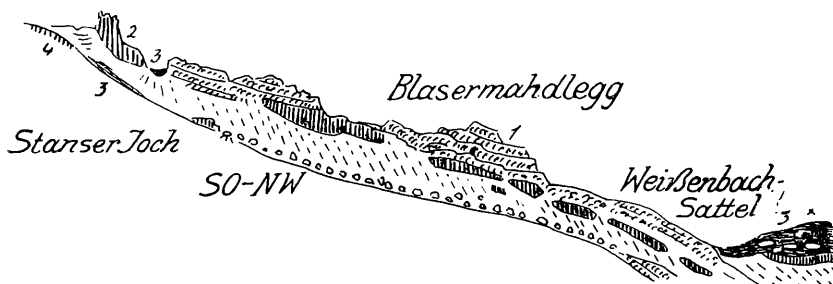


Fig. 15.

Wir kehren nun zur Bärenbadalpe zurück und folgen dem Steig zum Weißbachsattel. Derselbe leitet anfangs über Raibler Schichten, dann über Rauhwacken, endlich wieder über Raibler Schichten empor, die am Sattel gegen O zu größere Ausdehnung innehaben, Fig. 15.

Östlich vom Weißbachsattel befindet sich am Filz eine flache Kappe von Lunzer Sandsteinen, die auf einer Tafel von Reichenhaller Kalken lagern. Die Quellen der Lunzer Sandsteine brechen in drei Dolinen in die Kalkunterlage ein.

- 1 = blockige Rauhwacken
- 2 = Reichenhaller Kalke
- = zerschuppte Mergel — Glanzschiefer
- 4 = Wettersteinkalk mit geschliffener Breccie
- 5 = Wettersteinkalk mit bunter Breccie
- Haufwerk von Sandstein und Schiefer der Raibler Sch.
- a = alte Reliefüberschiebung
- b = jüngere Bergzerreißungen.

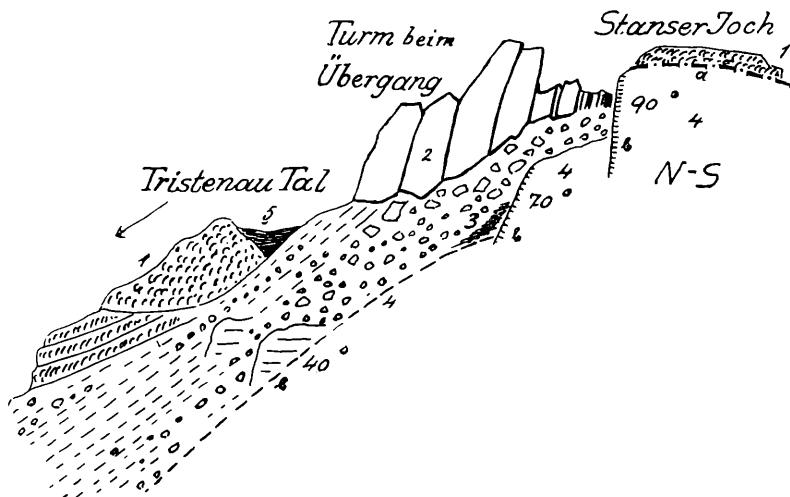


Fig. 16.

Der Kamm, welcher nun von unserem Sattel zur Höhe des Stanserjoches aufleitet, besteht aus Schollen von Rauhwacken über dunklen Reichenhaller Kalken. Die Rauhwacken sind von Höhlen zerfressen. Ganz oben treffen wir auf eine Turmgestalt aus dunklem Kalk, an deren Nordseite wieder Lunzer Sandsteine eingesattelt liegen.

Ganz aufs Stanserjoch hinauf greifen endlich Rauhwacken, die dort flache Bänke bilden. Die Auflagerung dieser Rauhwacken auf den Wettersteinkalk ist am Steig klar erkennbar. Die graugelblichen, dickbankigen Rauhwacken lagern nicht unmittelbar auf dem Wettersteinkalk des Stanserjoches. Vielmehr ist diesem Kalk eine feinstückige, bunte, dichte Breccie angeschweißt, die unter der Überschiebung der Rauhwacken geschliffen erscheint.

Weit besser ist dieselbe Erscheinung an der Westseite unseres Turmes zu verfolgen.

Fig. 16 sammelt die hier vorliegenden Befunde zu einem übersichtlichen Profil. Wir erkennen die hohe Turmgestalt und neben ihr eine wunderbare Staffelung im Wettersteinkalk und Dolomit des Stanserjochgewölbes.

Es sind drei klar und scharf geschliffene lichte Kalkstufen vorhanden. Die Schubflächen zeigen an der obersten Stufe eine Neigung von  $90^\circ$ , an der mittleren eine solche von  $70^\circ$  und an der untersten von  $40^\circ$ . Diese letztere Neigung stellt zugleich auch ungefähr die Hangneigung vor.

Besichtigen wir nun diese drei geschliffenen Stufen, so zeigt sich, daß alle Schrammen steil bergab weisen.

Die unterste Stufe besteht aus Wettersteindolomit, auf den eine horizontalschichtige Scholle von Wettersteinkalk glatt aufgeschoben ruht. Die  $40^\circ$ -Gleitbahn zieht sich nun aufwärts bis zur zweiten Stufe und erscheint oben von schwarzen Glanzschiefern bedeckt. Die  $40^\circ$ -Bahn wird von der  $70^\circ$ -Bahn abgeschnitten. Dabei zeigt die zweite Stufe nicht mehr blanken Wettersteinkalk, sondern einen festen Überzug von bunter, feinstückiger Breccie. Diese dicht angeklebte Breccie ist blank geschliffen.

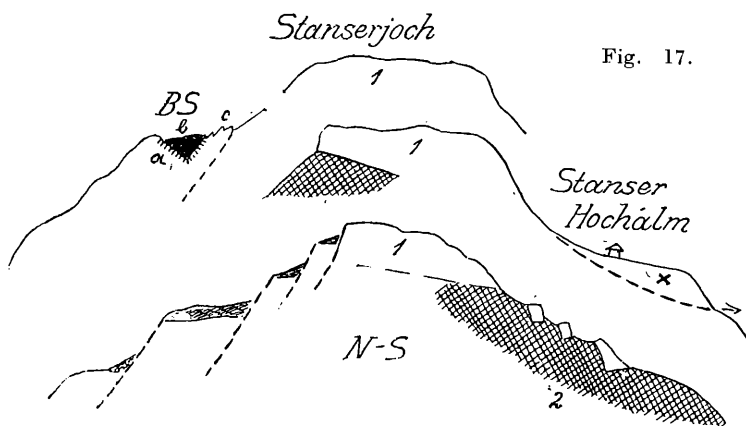


Fig. 18.

Fig. 17.

- 1 = Wettersteinkalk
- 2 = Wettersteindolomit
- BS = alte Erosionsfurche an der Nordseite des Stanserjoches
- a = Eisenkruste der alten Oberfläche
- b = lichtgrüne Sandsteine und kleine Stückchen von Eisenkrusten
- c = scharfe, tiefe Karren
- x = abgerutschte Scholle.

Fig. 18.

- 1 = Wettersteinkalk
- 2 = Wettersteindolomit
- Die kleinen Kalkschollen sind wahrscheinlich durch Bergrerzreißungen abgegrenzt.

Dasselbe Spiel wiederholt sich auch an der obersten Stufe, deren rötlicher Breccienbelag ebenfalls glatt geschliffen ist.

Sucht man nach einer Erklärung dieser auffallenden Erscheinung, so ist der Gedanke nicht abzuweisen, daß diese bunten Breccien einen Rest einer alten Verwitterungskruste vorstellen, welche einst wohl weithin das tief abgetragene Stanserjochgewölbe überzogen hat.

Möglicherweise gehören diese bunten Breccien bereits zu Ablagerungen aus der Gosauzeit, die ja im östlich nahen Sonnwendgebirge reichlich vertreten sind. (In erster Linie kämen hier wohl die „Schichthalsbreccien“ von E. Spengler zum Vergleich in Betracht.) Ein Fossilbeweis liegt jedoch für diese Deutung bisher nicht vor. Wir begegnen diesen roten feinstückigen, bunten Breccien an vielen Stellen im Bereiche des Stanserhochs zwischen Wettersteinkalk und aufgeschobenen Rauhwacken.

Mit den bunten Breccien sind auch vielfach ganz feinsandige, ziegelrote-rote-gelbliche Mergel mit dünnen kalkigen Zwischenmitteln verbunden. Nicht selten zeigen diese Mergel auf den Schichtflächen Wellungen. Auch Faltung tritt auf, die aber sedimentär durch Schlammgleitungen erklärbar ist. Weiter zeigen diese sandigen Mergel auffallende Keilschichtung von bescheidenen Dimensionen.

Wenn wir vom „Übergang“, wo der Steig vom Weißenbachtal die Höhe des Stanserjoches gewinnt, gegen O schauen, so bemerken wir die in Fig. 17 nachgebildete Verzahnung von Wettersteinkalk und Dolomit. Noch weiter ostwärts liegt in der Nordwand, 40–50 m

unterhalb des Signalgipfels, eine ausgezeichnete Belegstelle für alte Verwitterungskrusten auf dem Stanserjochgewölbe.

Fig. 17 sucht den Leser mit diesen Verhältnissen vertraut zu machen.

Wir stehen hier auf einer kleinen Absitzung im Wettersteinkalk des Stanserjoches, welche einen Streifen von grünen Sandsteinen des Haselgebirges vor seiner Abtragung bewahrt hat. Dieses so gerettete Haselgebirge lagert nun in einer scharf geschnittenen Furche des Wettersteinkalkes. Die Oberfläche des Kalkes ist nun mit einer rostigen Eisenkruste überzogen, von der auch viele kleine Stückchen in die darüberbewegte Masse von Haselgebirge eingeknetet sind.

Auch hier ist für die Deutung der Eisenverkrustung der Kalkoberfläche wohl nur Verwitterung auf einer alten Landfläche zuständig.

Wir verdanken diese ausgezeichnete Belegstelle hier nur einer Laune der Abtragung, welche bisher die Schutzdecke des Haselgebirges noch nicht zerstört hat.

Ein weiterer großer Lappen der Inntaldecke hat sich dann am Kamm des Schwarzeggs südlich vom Weißenbachtal erhalten.

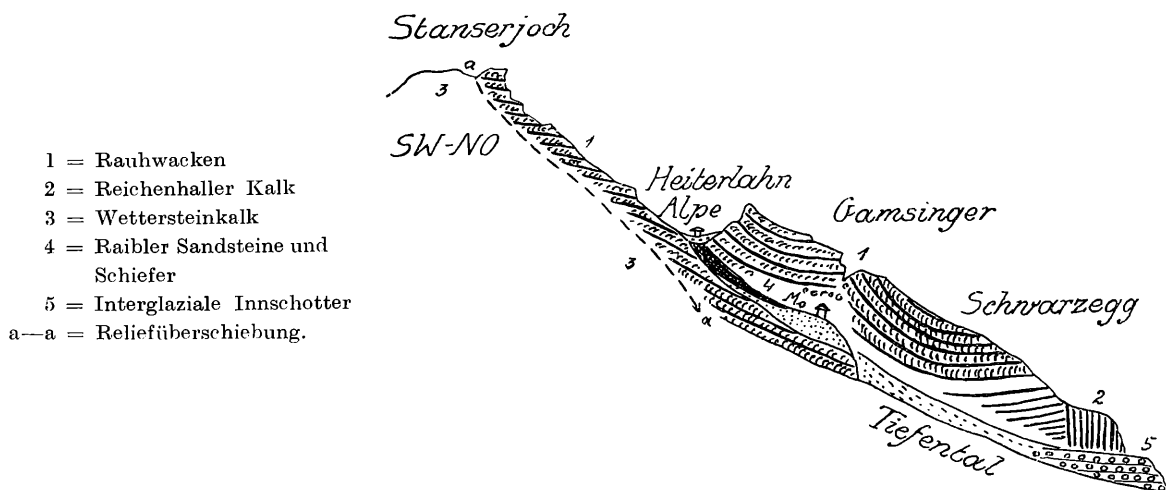


Fig. 19.

Auch dieser Lappen reicht mit seinen Rauhwacken auf den Kamm des Stanserjoches empor und sinkt von dort geschlossen zum Sattel der oberen Heiterlahnalpe hinab.

Fig. 19 sucht hier die geologischen Verhältnisse wiederzugeben.

Am Sattel der Heiterlahnalpe lagert eine Lokalmoräne aus Wettersteinkalk und darunter ein langer Schweif von Raibler Schichten eng zwischen großen Massen von dickbankigen Rauhwacken eingezwängt.

Diese Raibler Schichten reichen auch in größeren Massen ganz ins Weißenbachtal hinunter. Der Kamm des Schwarzeggs zeigt turmförmig erhabene mächtige Felsen von Rauhwacken, welche zu zwei Mulden verbogen sind. Unter ihnen taucht dann wieder Reichenhaller Kalk heraus.

Einen letzten Ableger der Inntaldecke treffen wir endlich noch bei der Jöchlalpe. Hier lagert eine kleine, ganz isolierte flache Scholle von Rauhwacken neben einigen in den Wettersteinkalk eingefressenen Dolinen.

Von dieser Alpe öffnet sich ein wunderbarer Blick auf die Südwände des Bärenkopfes und auf das Sonnwendgebirge.

In der Südwand des Bärenkopfes fallen die vielen steilen Bewegungsflächen auf, die die große Kalkmasse zerschneiden und in den Abfall gegen den Achensee eingliedern. Dieselbe Erscheinung tritt auch im Gefüge des Sonnwendjoches deutlich genug hervor.

Insbesondere zeigt die Felsplatte der Turerwand, das Dalfazerjoch und auch der Häusererkopf in vielen Zerreißen und Anschoppungen den gewaltigen Zug der Schwere gegen die Taltiefen an.

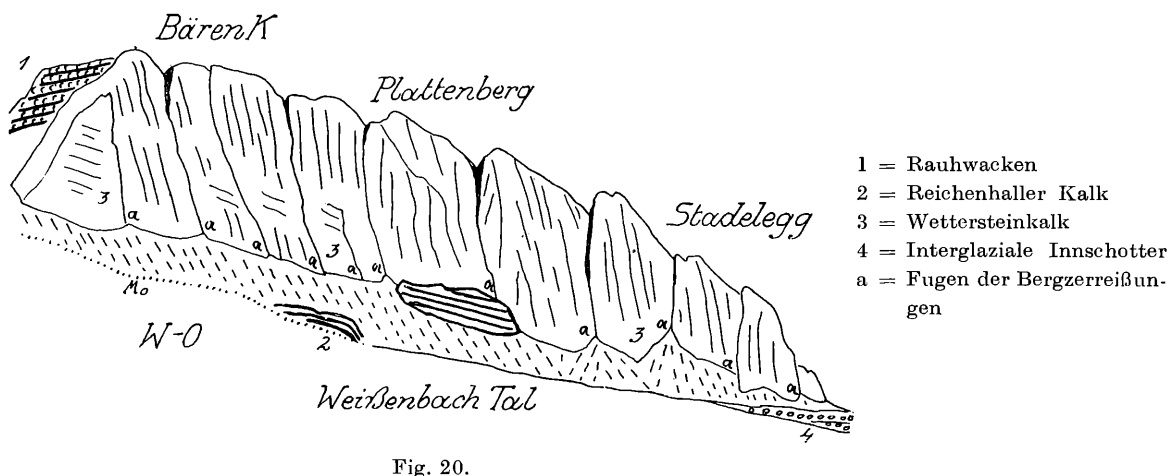


Fig. 20.

In Fig. 20—20a sind die Umrissse dieser Bergzerreißen beiderseits des Achenseetales schematisch verzeichnet. Es handelt sich einerseits um bereits vollzogene Verschiebungen, anderseits um solche, die erst in Vorbereitung stehen.

Prachtvoll ist die Anschoppung in der mächtigen Masse von Riffkalken der Turerwand ausgebildet.

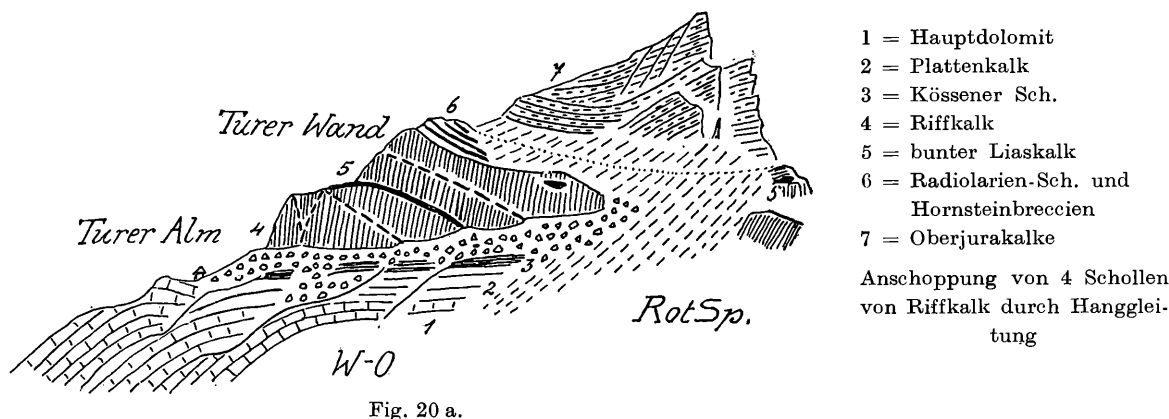


Fig. 20 a.

### Kamm des Sonnjoches.

Dieser Kamm ist nur durch den tiefen Einschnitt des Falzthurntales vom Stanserjoch getrennt und stellt seine unmittelbare Fortsetzung gegen W hin vor. Obwohl der Gipfel des Sonnjoches mit 2458 m das Stanserjoch weit überragt, sinkt das Wettersteinkalkgewölbe doch ganz beträchtlich gegen W.

Die Höhe des Sonnjoches wird nur durch seine stolze Schubhaube aus Muschelkalk gehalten. Der Kamm des Sonnjoches mit Schaufelspitze—Bettlerkarspitze—Falzthurnjoch—Schneeköpfl ist zwischen Grammei Hochleger und Plumsjoch von völlig selbständiger Gestaltung.

Das Gewölbe des Stanserjoches taucht im Falzthurntal mit einer Breite von  $2\frac{1}{2}$  km unter seine Verschüttung und erhebt sich jenseits mit einer nur wenig geringeren Breite zur machtvollen Südwand des Sonnjoches. Es handelt sich also um einen reinen, allerdings sehr tiefen Erosionseinschnitt und keinerlei seitliche Verschiebung.



Am Absturz von Lunstkopf—Lärchkarlkopf zeigt das Stanserjochgewölbe einen mächtigen Kern aus lichtigem, sprödem Wettersteindolomit, der eine Gewölbedecke aus festem, gut geschichtetem Wettersteinkalk trägt. Die Dicke dieser Kalklage kann man hier an der

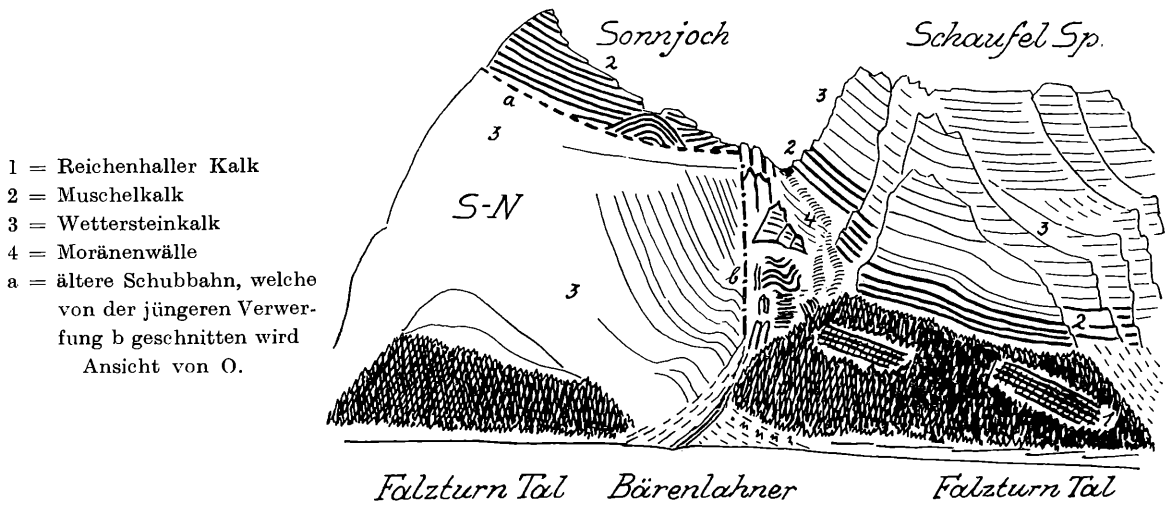


Fig. 21.

Lunstwand ziemlich genau bestimmen, da auf derselben noch Flecken von Raibler Schichten erhalten sind. Wir kommen auf einen Betrag von etwa 300 m.

In der Sonnjochwand zeigt der hangende Wettersteinkalk auch eine ähnliche Mächtigkeit, nur wird er hier mit scharfem Schubschnitt gleich von dem Muschelkalk der Inntaldecke überwältigt. Der Muschelkalk der Inntaldecke liegt also auch hier auf einer tief eingeschnittenen Erosionsfläche.

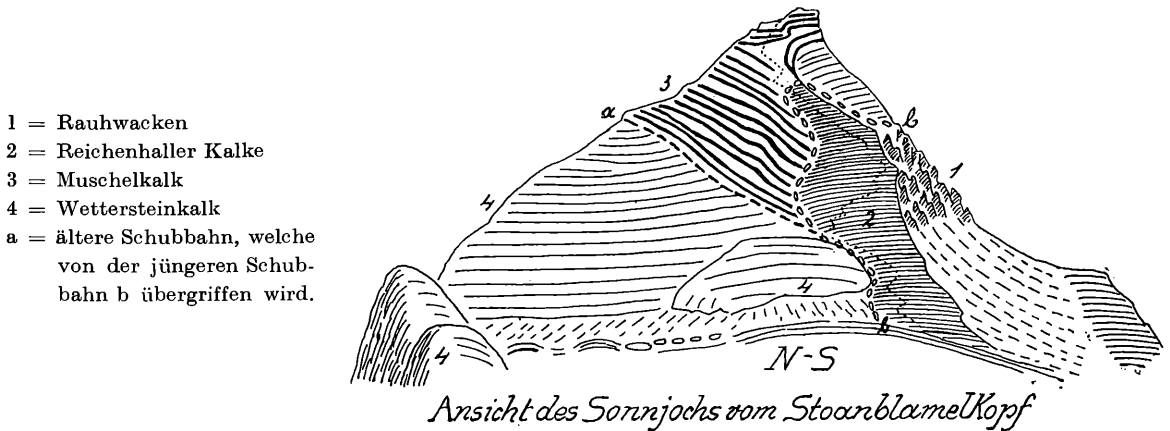


Fig. 22.

Die Auflagerung des Muschelkalkes ist am klarsten in der Plattenwand des Sonnjoches gegen die wilde Schlucht des Bärenlahnergrabens zu erkennen.

Fig. 21 gibt die gewaltigen, gegen 1300 m hohen Aufschlüsse in bescheidener Verkleinerung wieder.

Die Gegenseite des Sonnjoches mit der Zerteilung seiner Gipfelhaube bringt Fig. 22 vor den Leser. Die Sonnjochwand gegen den Bärenlahnergraben besteht aus dachziegelartig steil abfallenden Platten von Wettersteinkalk, denen unten ein eisgeschliffenes Gesimse „Im Gesperr“ vorgeschaltet liegt.

Oben wird die Riesenwand von den Muschelkalkbänken der Inntaldecke prachtvoll gekrönt. An der Schubgrenze sind kräftige Verbiegungen in den wohlgeschichteten Lagen des Muschelkalks zu verfolgen. Das Gewaltigste ist aber die glatte Riesenwand, mit der hier der Körper des Sonnjoches gegen N zu abgehackt erscheint. Diese Wandfläche ist glatt gescheuert und poliert. An der Bewegungsfläche selbst ist der Wettersteinkalk in eine schnee-weiße Masse verwandelt, die wie gebrannter Kalk aussieht.

Die Bewegungsfläche ist nicht als einfache, sondern als zweifache Fläche ausgebildet. Diese beiden Flächen verlaufen parallel miteinander in einer Neigung von zirka  $75^\circ$ .

Während aber diese doppelläufige Bewegungsfläche eine Neigung von zirka  $75^\circ$  einhält, zeigt die Auflagerung der Muschelkalkhaube nur eine Neigung von 20 bis  $25^\circ$ .

Die steile Fläche schneidet die flachere und es ist wahrscheinlich, daß dieselbe keine Schubbahn, sondern vielmehr eine gewaltige Verwerfung darstellt.

Diese Verwerfung zeigt nicht nur eine große Höhe, sondern auch eine gewaltige Länge. Die Höhe beträgt, gemessen vom Falzthurntal bis zum Gipfel des Sonnjoches, mindestens

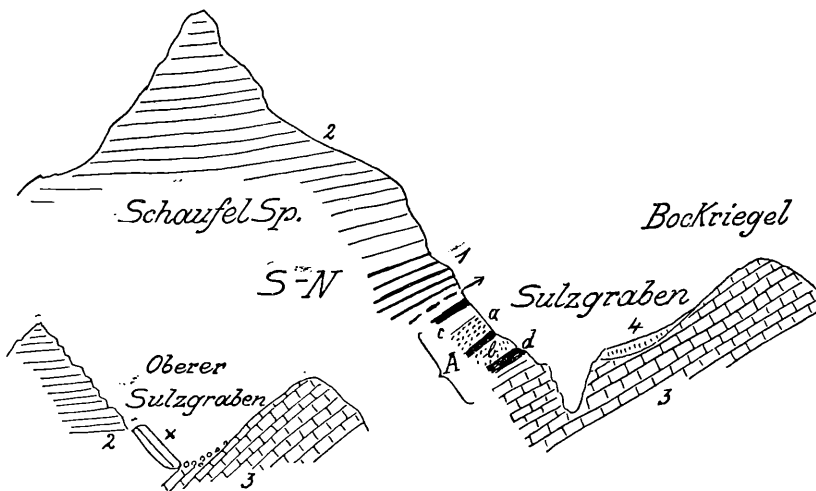


Fig. 24.

Fig. 23.

Fig. 23.

- A = Einschaltung von  
Haselgebirge:  
a = lichtgrüne Sandsteine  
b = grüne und rote Sand-  
steine und Schiefer mit  
Gipsbrocken  
c = gelbliche Rauhwacken  
d = Schollen von Dolomit  
und schwarzen Kalken  
1 = Muschelkalk  
2 = Wettersteinkalk  
3 = Hauptdolomit  
4 = Grundmoräne.

Fig. 24.

- 2 = Wettersteinkalk  
3 = Hauptdolomit  
x = Gleitscholle.

1300 m. Diese große Verwerfung wird schon in der Nordwand des Lärchkarlkopfes erkennbar als ein senkrechter Riß, in dessen Spalte ein Block verkeilt hängt.

Die Verwerfung überschreitet, von dem Schutt des Falzthurntales verborgen, dieses Tal und erhebt sich dann zu der stolzen Nordwand des Sonnjoches. Sie zieht dann an der Nordseite des Sonnjoches ins Engtal hinab, um sich jenseits von dessen Schuttboden in vollendeter Klarheit zum Grat zwischen Gamsjoch und Ruedererspitze aufzuschwingen. Von dieser macht-vollen Verwerfung versucht Fig. 46 eine Vorstellung zu entwerfen. Auch am Gamsjoch findet dieselbe noch kein Ende, sondern sie vermag auch noch in die Falkengruppe einzudringen. Wir haben also eine mächtige Verwerfung vor uns, an deren steiler Schneidfläche der nördliche Flügel über 1000 m tief abgesunken erscheint. Die Ursache für eine so gewaltsame, ziemlich geradlinige Absenkung dürfte wohl die Auflagerung der Inntaldecke gewesen sein. Das Material des Bärenlahnergrabes zeigt ein rauhes Durcheinander und ist sowohl nach Schichtinhalt als auch nach Lagerung bunt und wirr.

Den größten Beitrag zur Füllmasse haben wohl die Rauhwacken der Alttrias mit Nestern von grünen Sandsteinen des Haselgebirges beige-steuert. Dann folgen die dunklen Reichen-haller Kalke, Mergel und Schiefer sowie eigenartige, kristallinische, tiefschwarze Dolomite.

Die Kalklagen sind teils wie steile Balken zwischen den Rauhwacken aufgestellt, teils liegen sie in flachen, Biegformen vor oder bilden schroffe Turmgestalten. Jedenfalls stellen die Rauhwacken dazwischen eine Füllmasse vor.

Im Gegensatz zu dieser Ausfüllung des Bärenlahnergrabens zeigt sich die Gegenseite des Sonnjoches, die lange Mauer der Schaufelspitze, in ihrem Aufbau von schlichter Einfachheit. Eine Folge von Muschelkalk und Wettersteinkalk baut diese schroffe Schichtwand auf, welche den Bärenlahnergraben an seiner Nordseite begleitet.

Diese Schichtmasse dürfte wohl als unmittelbare Fortsetzung der Sonnjochhaube aufzufassen sein.

Gegenüber der hoherhobenen Muschelkalkmasse des Sonnjoches erscheint die Scholle der Schaufelspitze tief muldenförmig eingetaucht. Die Folge ist, daß der Muschelkalk an dem Süd- und Nordrand nur noch in schmälere Streifen sichtbar wird und der Wettersteinkalk fast Alleinherrscher wird. Die Schaufelspitze stellt den höchsten Gipfel und die Bettlerkarspitze den Mittelpunkt der Gruppe vor. An der Bettlerkarspitze ist die Einmündung im Schichtbau des Gipfels besonders deutlich.

So klar und einfach die hellen Kämme aufgebaut sind, so sehr häufen sich die Störungen am Nordrande zwischen Engtal und Gütenberg. Hier erscheint die ganze Scholle der Schaufelspitze weithin auf das Hauptdolomitgebiet des Plumsjoches aufgeschoben.

Die größten Massen von Altrias sind dabei am Nordfuß der Schaufelspitze in der wilden Schlucht des Sulzgrabens angehäuft.

Fig. 23 bietet hier einen Wegweiser für dieses Haufwerk von Altrias.

- 1 = Haselgebirge — grüne Sandsteine — Breccien
- 2 = Wettersteinkalk
- 3 = Hauptdolomit — geschichtet — gelblichgraue Mergel
- 4 = Hauptdolomit — zertrümmert
- 5 = verkitteter Hangschutt
- a = glatte Schubbahn mit Haselgebirge und grünem Sandstein
- b = gelbgraue Rauhwacke
- c = dunkelgraue Breccie mit kleinen Stückchen von lichtgrünem Sandstein, gröbere Breccie aus Hauptdolomit.

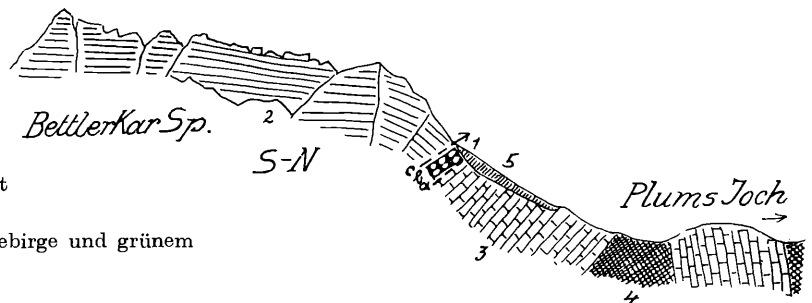


Fig. 25.

Die besten Aufschlüsse stellen sich im Sulzgraben bei dem hohen Wasserfall ein, der von großen Quellen genährt wird, die aus der Altrias entspringen. Wir sehen wie der wohlgeschichtete Hauptdolomit des Bockriegels mittelsteil südwärts unter die hohe Aufragung der Schaufelspitze einfällt. In dieser Bergragung treten mit flacherem Südfallen erst Muschelkalk und darüber Wettersteinkalk auf. Zwischen Muschelkalk und Hauptdolomit liegt nun eine Anhäufung von Altrias in einer Mächtigkeit von etwa 175 m vor.

Dreimal wechseln Lagen von grünen und roten Sandsteinen und Tonschiefer verknetet mit Gipsbrocken mit Schollen von Dolomit und dunklen Reichenhaller Kalken. Gelbliche Rauhwacken sind mindestens fünfmal dazwischen eingepreßt.

Das Ganze ist eine typische Verschuppungs- und Vermischungszone völlig aus dem Besitzstand der Altrias hergestellt. Es sind hier weder aus dem Hangenden noch aus dem Liegenden Schichtteile mitverwendet.

Dies spricht dafür, daß auch der Hauptdolomit zur Zeit der Aufschiebung der Inntaldecke bereits seiner Bedeckung mit Kössener und Juraschichten schon beraubt war.

Die hier kurz beschriebene Altriaszone erreicht im Sulzgraben eine Länge von über  $1\frac{1}{2}$  km, wobei allerdings ein Mittelstück von Grundmoränen verhüllt ist. Außerdem ist noch eine Abschwenkung gegen S auf den Bärenlahnersattel zu vorhanden. Steigen wir den Sulzgraben aufwärts, so treffen wir bald auf eine merkwürdige, steil gestellte Scholle von Wettersteinkalk, deren Lage Fig. 24 festhält. Es handelt sich hier entweder um eine von der Bettler-

karspitze abgerutschte Scholle oder um eine Schubscholle an der Stirne der Reliefüberschiebung. Interessante Aufschlüsse bietet dann auch der Nordgrat der Bettlerkarspitze, wo er mit dem Hauptdolomit des Brantlkopfes zusammenstößt, Fig. 25.

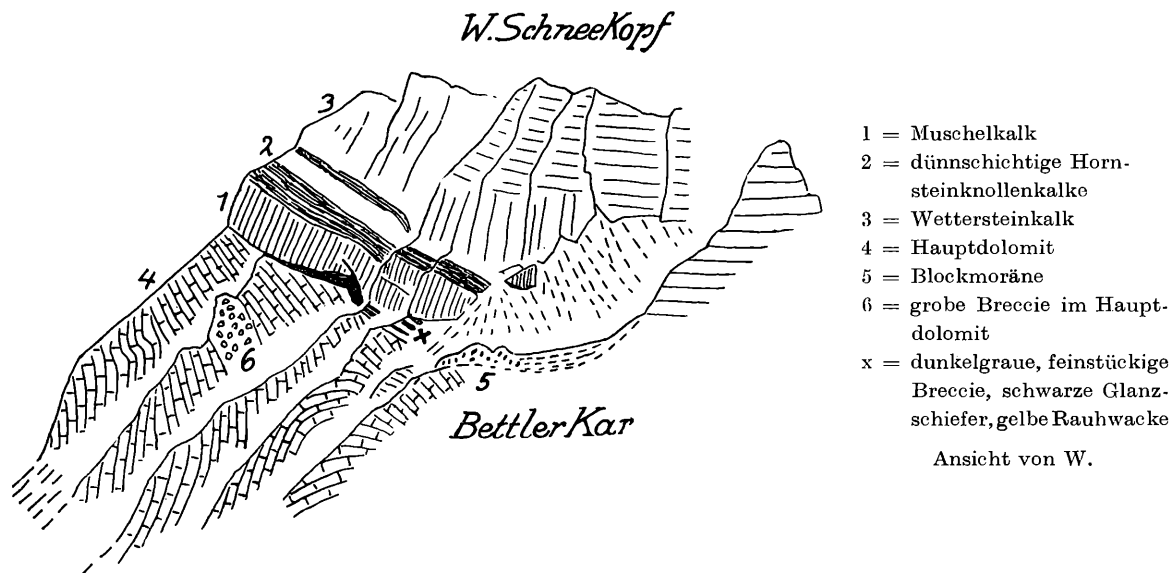


Fig. 26.

Auch hier ist eine Zone von Altrias wieder zwischen Hauptdolomit und aufgeschobenem Wettersteinkalk der Bettlerkarspitze eingefügt.

Dieselbe Einschaltung läßt sich dann jenseits des Plumskares unter den Nordwänden der Schneeköpfe hindurch zum Anschluß des Gütenberges und von dort durch den Aschenlahner ins Falzthurntal hinab verfolgen.

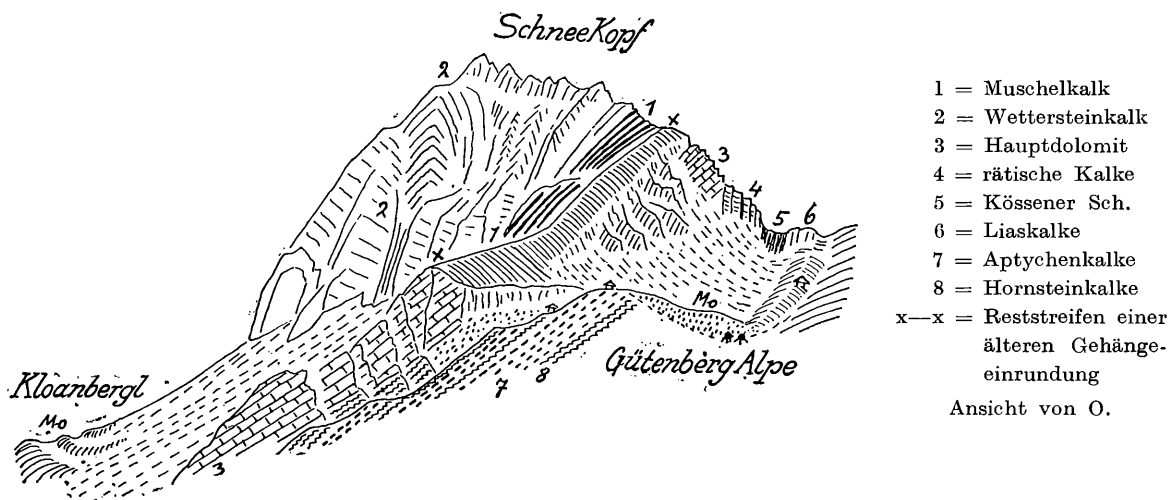


Fig. 27.

Am Nordgrat des westlichen Schneekopfes ist, wie Fig. 26 lehrt, über der Altriasfuge auch noch eine Zone von Muschelkalk als Sockel des Wettersteinkalkes vorhanden. Den Zusammenstoß der Schneeköpfe mit dem Gütenberg schildert Fig. 27.

Wie aus diesen Angaben unmittelbar hervorgeht, ist die Einfassung und Unterlagerung am Nordrande der Schaufelspitzengruppe durch eine Verschuppungszone von Alttrias so ziemlich geschlossen vorhanden. Weiter nordwärts konnte ich weder auf dem Hauptdolomit-Kössener Gebiet des Plumsjoches noch auf der Kreidemulde des Gütenberges Alttriasreste oder Schollen von Muschelkalk-Wettersteinkalk auffinden.

Es hat also den Anschein, daß wir hier an der Nordgrenze der Inntaldecke stehen.

Wenn sich auch keine nördlicher liegenden Strandgüter der Inntaldecke mehr finden, so ist doch ihr gewaltiger Anshub z. B. in der Überkippung und Abscherung der Gütenbergmulde nicht zu übersehen. Dieser starke Anshub konnte nur zur Auswirkung kommen, wenn die Triasmassen der Inntaldecke nach Überschreitung der tiefen Senke des Falzthurntales gegen das höhere Dolomit- und Kreidegebiet aufbrandeten.

Unter der Senke des Falzthurntales soll hier weiter nichts verstanden werden als eine breite alte Talung zwischen Stanserjochgewölbe und dem Hauptdolomit-Kreidegebirge von Gütenberg-Plumsjoch.

### **Hochnißl—Lamsenspitzenkamm und Walderjoch.**

Dieser zackige, gipfelreiche Hochgebirgskamm aus dem Eigentum der Inntaldecke tritt mit einer Länge von über 11 km noch in die Südwestecke des Kartengebietes herein.

Wettersteinkalk liefert den Hauptbaustein. Er wird von Partnachschichten-Muschelkalk unter- und von Raibler Schichten überlagert. Längs der Hauptfahrbahn sind dann noch bescheidene Reste von Alttrias eingeklemmt.

Mit dieser einfachen Schichtfolge und einem ebenso schlichten Einfallen gegen S ist trotzdem eine monumentale Hochgebirgswelt zustande gekommen. Diese Wirksamkeit beruht auf der Verwendung desselben Gesteins in riesigen Massen, auf den mit Einsamkeit gefüllten Schluchten und Karen und dem immer wiederholten ähnlichen Baumotiv.

Es ist fraglich, ob die lange, düstere, zinnengekrönte Nordwand oder die von stillen Karen und wilden Klammern gegliederte sonnige Südseite dem Wanderer mehr zu schenken hat.

Die Nordwände sind von zahlreichen steilen Klüften zerschnitten, an denen vielfach vertikale Verschiebungen erkennbar sind. Sie sind auch die Sturzlinien des Steinschlages und der Lawinen.

Den mächtigsten, scharf vorspringenden Erker dieser Wand stellt die Lamsenspitze samt Mitter- und Schafkarspitze vor. Von diesem Vorsprung an ändert sich westwärts der Charakter der Nordwand durch den Einbau von Karen. Erst am Hohljoch gewinnt die Nordwand wieder die volle schroffe Entschlossenheit, die dann die Laliderer Wände besonders auszeichnet.

Auf der Südseite des Hochnißl—Lamsenspitzenkammes ist der Einschnitt des Zwerchloches am bedeutendsten. Wir haben unten eine geradlinige, enge, wasserspeiende Klamme, die aufwärts in drei wasserarme, steile Kartäler sich teilt. Diese drei Kare spreizen sich fingerartig auseinander.

Es liegt eine große Regelmäßigkeit in dieser Dreiteilung ausgesprochen. Wir haben wohl den gleichmäßigsten Karfächer des ganzen Karwendels vor uns.

Von diesen drei Karräumen ist das Lamskar ganz hoch hinauf rein felsern. Das mittlere breite Schafkar hat nur eine steile Eingangsstufe, wogegen das Kar der „Schneepfanne“ unten doppelte Felsriegelung zeigt. Eisarbeit ist an diesen Formen sicher stark beteiligt, wenn auch in den großen hohen Räumen fast keine Moränenwälle liegen.

Es ist möglich und wahrscheinlich, daß aus diesen steilen Kargassen immer sehr viel Schnee in Lawinenform zu Tal fuhr.

Die kleineren Kare am Leib des Hochnißl sind steil und schüttig, ohne tiefere Felseinschnidung. Die beste Einsicht in den Bau und in die Unterlagerung unseres Kammes steht an seinem Ostende offen. Hier schließt sich der Waldkamm des Vomperjoches, der zur Lech-

taldecke zuständig ist, an die stolz erhabene Fiechterspitze an, deren Umrisse Fig. 28 hervorhebt. Wir sehen Muschelkalk-Partnachschichten-Wettersteinkalk kühn ragend über den jungen Schichten der Lechtaldecke aufgerichtet.

Zwischen Muschelkalk und Juraschichten hat sich sogar noch ein Streifen von Altrias aus Rauhwacken und Haselgebirge erhalten.

Die jungen Schichten sind unter der schweren Last der Inntaldecke arg zerquetscht und fein verfaltet. Aber schon in den Kössener Schichten und noch viel mehr im Plattenkalk und Hauptdolomit klingt diese Druck- und Schubwirkung großenteils aus. In die Zusammensetzung der jungen Schichten erhält man an dem Sattel zwischen Vomperjoch und Hirschkopf einen guten Einblick, Fig. 28a.

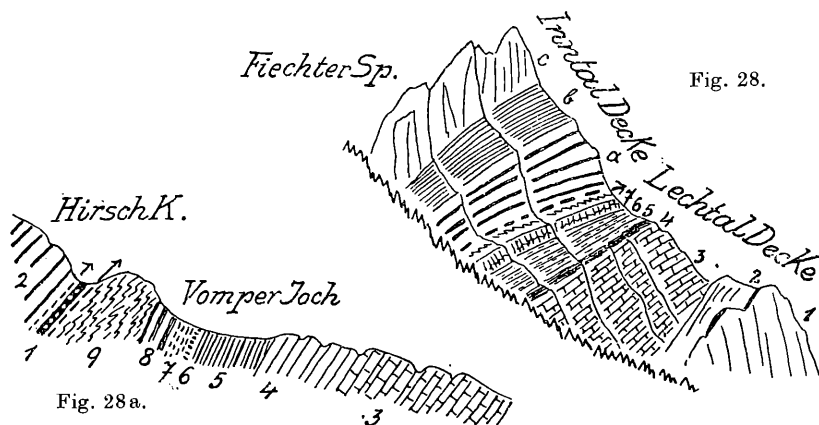


Fig. 28.

- |                     |                |
|---------------------|----------------|
| 1 = Wettersteinkalk | } Lechtaldecke |
| 2 = Raibler Sch.    |                |
| 3 = Hauptdolomit    |                |
| 4 = Kössener Sch.   |                |
| 5 = Liaskalke       |                |
| 6 = Hornsteinkalke  |                |
| 7 = Aptychenkalke   |                |
| a = Muschelkalk     | } Inntaldecke  |
| b = Partnach-Sch.   |                |
| c = Wettersteinkalk |                |

Fig. 28a.

- |   |
|---|
| 1 = Rauhwacke — Haselgebirge — grüne Sandsteine |
| 2 = Muschelkalk                                 |
| 3 = Hauptdolomit                                |
| 4 = Plattenkalk                                 |
| 5 = Kössener Sch.                               |
| 6 = Liaskalk                                    |
| 7 = Hornsteingrus                               |
| 8 = rote und grüne Hornsteinkalke               |
| 9 = heftig verfaltete Aptychenkalke.            |

Auf den mit zirka 60° gegen SW einfallenden, ziemlich dickbankigen Plattenkalken folgen schwarze Schiefer, Muschelschalenbreccien, dunkle Kalke der Kössener Schichten. Darüber schalten sich wenig mächtige rötliche Liaskalke ein. Nun reiht sich eine hornsteinreiche Zone an, Hornsteingrus und Wechsellagerung von roten und grünen Hornsteinkalken. Sie bilden den Übergang zu den heftig verwalzten und verschuppten rötlichen und grünlichgrauen Aptychenkalken. Die Aptychenkalke bilden einen selbständigen Felskopf. Hinter demselben streichen Rauhwacken und lichtgrüne Sandsteine des Haselgebirges durch.

Die Schubmasse der Inntaldecke legt sich nun mit glatter Fahrbahn und gleicher Neigung darüber. Diese Grundverhältnisse lassen sich durch die Steilrinne des Mahdgrabens von der Kammhöhe bei zirka 1800 m bis etwa 800 m hinab verfolgen. In dieser Höhenlage ändert sich dann die ganze Bauanlage völlig. Die Schichten steigen nicht weiter in die Tiefe des Inntales hinab.

Vielmehr findet sich ihre Fortsetzung in westlicher Richtung. Hier stellt sich über der Inntalerrasse des Vomperberges eine höhere Felsstufe ein, welche vom Hauptdolomit gebildet wird. Diese Stufe zieht sich in die Öffnung des Vomperloches hinein und trägt eine schmale

Verebnung (Eben). Am Nordrande dieser Vorbauung finden sich Spuren von hellen Rauhwacken, Dolomitmylonit der Raibler Schichten, wogegen sich entlang des Südrandes die Fortsetzung der Jungschichten aus dem Mahdgraben einstellen.

Die oben erwähnten Raibler Schichten lagern ziemlich gestört auf dem Wettersteinkalk der Inntaldecke des Hochnißkammes. Verfolgt man diese Schichtzonen gegen W, so erkennt man, daß sie sich im Hintergrund des Vomperloches auf dem Überschallsattel zu einer großen, spitzwinkligen und gegen N zu überkippten Mulde mit einer reichen fossilführenden Schichtfolge ergänzen.

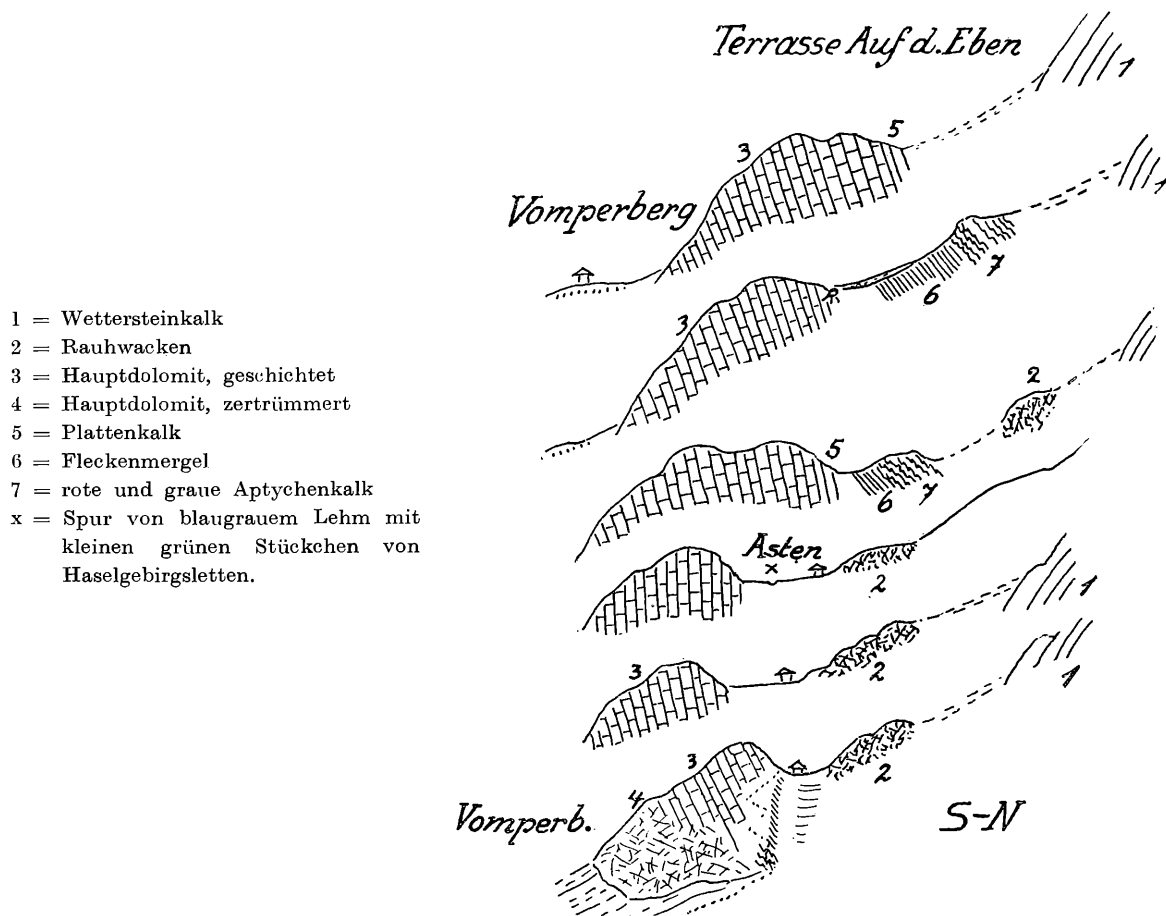


Fig. 29.

An der Südseite des Hochnißkammes ist die Schichtfolge jedoch ganz verarmt und bescheiden. Wie Fig. 29 andeutet, stoßen an diese Zone von Raibler Schichten auch wieder Vertreter der jungen Schichtzone. Wir haben also die Inntaldecke hier deutlich in eine Mulde der Lechtaldecke eingelagert. Während aber, wie Fig. 29 zeigt, der Bau dieser Mulde ein ziemlich regelmäßiger ist, erweist sich jener der Inntaldecke als ausgesprochen einseitig.

Von der ganzen an der Nordseite des Hochnißkammes so mächtigen Gruppe von Muschelkalk und Partnachschieben ist an der Südseite nichts mehr zu sehen und die ärmlichen Raibler Schichten stoßen unmittelbar an die junge Schichtzone.

Die Inntaldecke erscheint also innerhalb der Muldenform der Lechtaldecke sehr scharf in ihrem Schichtbesitz zugeschnitten. Diese Zuschneidung ist derart angeordnet, daß der dünnere Teil des Keiles unten und der dickere oben zu liegen kommt.

Hier ergeben sich für den Betrachter folgende Fragen. Ist die Inntaldecke in die bereits fertige Mulde der Lechtaldecke eingedrungen oder ist sie erst zusammen mit der Lechtaldecke

gefaltet worden? Für eine Antwort auf diese Fragen versuchen wir zuerst den Zustand der Muldenauskleidung mit den weicheren und darum auch empfindlicheren jungen Schichten zu prüfen. Zu diesem Zwecke legen wir eine Reihe von Profilen vor, welche den Bau der Jungschichtenzone an der Südseite des Hochnißkammes erläutern soll.

Diese Profilvereihe beginnt am Eingang ins Vomperloch und endet an der Ecke zwischen Vomperloch und Zwerchloch. Sie betrifft also in O—W-Richtung eine Berghangstrecke von zirka 4 km Länge.

Fig. 30 und 31 sind in ihren Bauangaben noch ziemlich ähnlich. Zwischen dem Wettersteinkalk des Hochnißkammes und dem steil dagegen einfallenden Hauptdolomit der Lechtal-

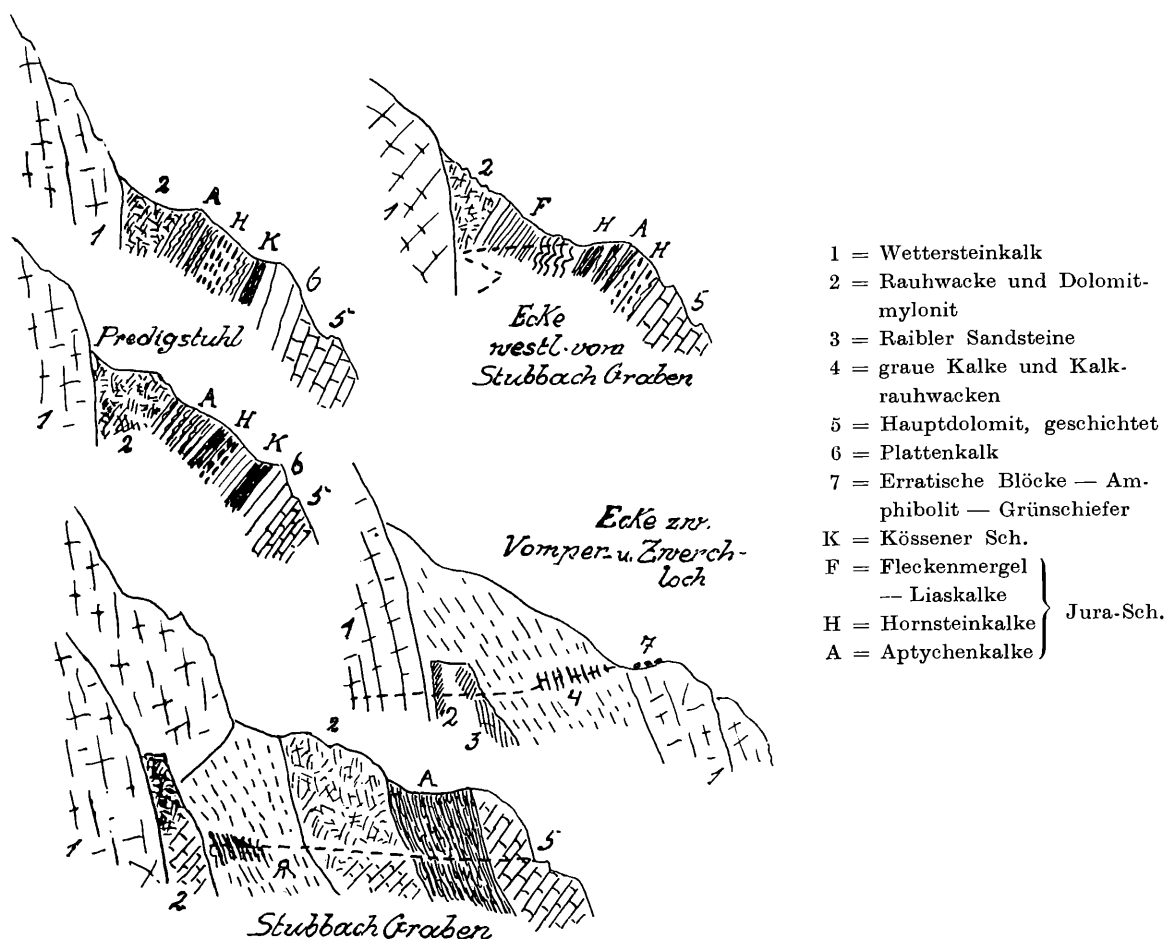


Fig. 30—34.

decke besteht die Einschaltung aus Kössener Schichten-Fleckenmergeln, roten Hornsteinkalken und Aptychenkalken. Damit ist die Jungschichtenzone hier erschöpft.

Den Winkel zwischen den Aptychenkalken und dem Wettersteinkalk füllen dolomitische Rauhwacken und Dolomit aus.

Fig. 32 gibt einen Schnitt entlang vom Stubbachgraben in der Gegend der großen Quelle wieder. Dieser Schnitt ist insofern von Wichtigkeit, als er eine deutliche tektonische Verschuppung aufhebt. Wir finden zwei Zonen von Aptychenkalken zwischen Hauptdolomit eingeschaltet.

Fig. 33 legt einen benachbarten Schnitt an der Ecke westlich vom Stubbachgraben vor. Hier ist die Wiederholung des Hauptdolomits bereits verschwunden, dagegen treten die roten Hornsteinkalke dreimal auf und über dieser Verschuppung der Hornsteinkalke mit Bändern



von Aptychenkalken schieben sich schwarze Mergel und Liasfleckenmergel ein. Der Schnitt von Fig. 34 trifft die Jungschichtzone nicht mehr. Sie hat inzwischen die Klamm des Vomperbaches überschritten.

Dafür ist der Anschnitt der Raibler Zone zwischen dem steil südfallenden Wettersteinkalk der Sonnschartspitze und dem Wettersteinkalk der Melanseralpe etwas breiter und deutlicher. Die Raibler Schichten sind hier sehr steil zwischen zwei Schollen von Wettersteinkalk eingeklemmt. Diese Einklemmung übersetzt auch den tiefen Einschnitt des Zwerchloches. Südlich davon zeigt sich noch eine parallele Einklemmung von Raibler Schichten zwischen schroffen Wandstufen von Wettersteinkalk. Eine breitere Zone von Raibler Schichten lagert endlich südlich des Vomperloches auf der Felsstufe der Ganalpe. Erst diese vor allem aus hellen löcherigen Rauhwacken bestehende Zone von Raibler Schichten stößt dann an die Jungschichtzone des Walderjoches, die hier durch eine Aufragung von Hauptdolomit wieder in zwei Streifen zerlegt erscheint.

Gehen wir noch etwas weiter gegen W, so gelangen wir zu den schönen und inhaltsreichen Aufschlüssen des „Blauen Lahm“-Grabens, dessen Darbietungen Fig. 35 festhält.



Fig. 35.

Hier ist zwischen dem Wettersteinkalk des Walderzunderkopfes und der Jungschichtenzone des Walderjoches eine ziemlich große Masse von Haselgebirge (volkstümlich = blauer Lahm) erhalten. Diese Einschaltung entspricht ganz genau der gleichartigen Einschaltung zwischen Hirschkopf und Vomperloch, die zirka 7 km weiter östlich liegt, sowie der großen Einfügung von Haselgebirge im Sulzgraben, welche zirka 12 km weiter nördlich zutage kommt. Vergessen darf man auch nicht, daß die Hauptmasse von Haselgebirge des Haller Salzstockes auch nur zirka 8 km weiter im W ebenfalls zwischen Lechtaldecke und Inntaldecke herauskommt. Alle diese Reste von Haselgebirge gehören an die Basis der Inntaldecke.

Fig. 35 läßt die Form und Zusammensetzung der Haselgebirgseinschaltung auf dem Walderjoch gut erkennen. Die größte Masse liefert ein lichtgrüner feiner Sandstein, der lehmig verwittert. Dieser grüne Sandstein wechsellagert mit weichen roten Mergeln und dünnblättrigen rosaroten und weißen Gipsblättern. Auch Brocken von Eisenkrusten sind zahlreich eingeschlossen. Daneben heben sich rauhzackige Formen von gelben-grauen-schwarzen Rauhwacken heraus, die ebenfalls erzeiche Verkrustungen zeigen. Es gibt hier auch Breccien aus schwarzen Kalken, die mit grünen Letten verkittet sind.

Unterhalb von den Rauhwacken tritt eine Zone von tiefschwarzen Glanzschiefern auf, welche oben und unten von Keilen grauer Triaskalke begleitet werden. Diese bunte Gesteinsgesellschaft lagert nun unmittelbar auf der Jungschichtenzone und diese auf dem nordfallenden Hauptdolomit des Walderjoches.

Wenn wir nun die Profilvereihe von Fig. 29—35 noch einmal mustern, so kommen wir zur Einsicht, daß in der Jungschichtenzone trotz ihrer relativen Schmalheit reichlich tektonische Unregelmäßigkeiten verborgen liegen. Als solche fallen vor allem Wiederholungen einzelner Schichtglieder, An- und Abschwellen der Mächtigkeiten und Verschuppungen mit dem liegenden Hauptdolomit auf. Die Begrenzungen dieser Unregelmäßigkeiten zeigen vorherrschend steiles Einfallen.

Die steilgestellten Verschuppungen lassen sich nun viel leichter verstehen, wenn man annimmt, daß dieselben nicht bei so steilen Stellungen entstanden sind. Bei flacher Lagerung sind Abscherungen, Übereinanderschiebungen, Ausdünnungen und Anschoppungen in einer weicheren Grundlage unter einer schweren darüberbewegten Masse typische Begleiterscheinungen des ganzen Vorganges.

Das wäre hier für den inneren Zustand unserer Jungschichtenzone eine einfache Erklärung, wenn man den Vorschub der Inntaldecke über die Lechtaldecke in Betracht zieht. So kommen wir zu der Einsicht, daß die Mulde der Lechtaldecke zur Einmarschzeit der Inntaldecke noch eine flache Lagerung besaß und folglich die Einfaltung der Mulde einen jüngeren tektonischen Vorgang bedeutet.

Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, daß sowohl am Süd-, Ost- und Nordrand der Inntaldecke ungefähr die gleichen Glieder der Juraschichten immer wieder unter den schweren Kalkmassen auftauchen. Dies ist nur möglich, wenn weder eine stärkere Faltung noch eine tiefere Erosion die Oberfläche der Lechtaldecke in diesem Raume vor dem Einmarsch der Inntaldecke betroffen hatte.

Die hier heute vorliegende steile Einfaltung der Inntaldecke in die Lechtaldecke muß daher wohl beide Decken zusammen erfaßt haben.

Diese Erkenntnis macht uns auf den großen Unterschied aufmerksam, der zwischen der Baugeschichte von Hochnißlkamm—Walderjoch und dem östlich eng benachbarten Gebiet von Stanserjoch—Sonnjoch—Gamsjoch besteht.

In letzterem Gebiete haben wir die Lechtaldecke bis auf und in den Wettersteinkalk hinab abgetragen, bevor der Aufschub der Inntaldecke erfolgte. Es liegt hier eine klare „Reliefüberschiebung“ vor. Von der aufgeladenen Inntaldecke sind vor allem ihre tieferen Triasanteile erhalten geblieben.

Man kann nun fragen, wie es kommt, daß die Lechtaldecke im östlichen und nördlichen Karwendelgebirge so tief abgetragen wurde, während unter dem Kernteil dieses Gebirges dieselbe offenbar von einer tiefgreifenden Erosion verschont blieb. Denkt man sich aus dem Karwendelgebirge die Schubmassen der Inntaldecke entfernt, so würde dieser merkwürdige Gegensatz in der Abtragung sofort in die Augen springen. Die zunächstliegende Deutung wäre eine solche mit Hilfe von Höhenunterschieden. Es ist denkbar, daß der mittlere Teil der Lechtaldecke beträchtlich tiefer lag als der nördliche und dieser also auch wesentlich schärfer von der Erosion zerstört wurde. Der Höhenunterschied müßte freilich ein großer gewesen sein, den auf dem Zug Stanserjoch—Sonnjoch—Gamsjoch fehlen wohl an 1500—2000 m Schichtmaterial (Teile des Wettersteinkalkes-Raibler Schichten-Hauptdolomit-Kössener Schichten-Lias-oberer Jura).

Die Wegschaffung von so großen Gesteinsmassen kann nur durch Zerstörung eines ganzen Gebirges von noch größerer Höhe oder durch eine langandauernde Hebung erreicht werden. Für die Annahme einer solchen Hebungszone würde z. B. die breitmächtige Aufsattelung des Stanserjoches eine recht anschauliche Grundform bieten. Eine derartige, langsam aufsteigende Hebungsstufe könnte die hier festgestellte Abtragung ebensogut leisten, ohne jemals die Höhen und die Schroffheiten eines wirklichen Hochgebirges erreicht zu haben.

Ob es sich hier nun um einen wirklichen höheren Gebirgszug oder um eine langsam aufsteigende Hebungsstufe gehandelt hat, auf jeden Fall müssen große Schuttmassen abgefallen und verschleppt worden sein. Wir suchen nun weiter, ob sich Spuren von einer derartigen Verschüttung vielleicht noch in Resten etwa nachweisen lassen.

Viel ist von dieser Verschüttung nach meiner bisherigen Erfahrung wohl nicht mehr zu finden.

Immerhin konnte ich am Südfuß des Stanserjoches und an der Südwestwand des Sonnjoches ziemlich ausgedehnte, unmittelbar an die Wettersteinkalkwände angeklebte Breccien auffinden, für welche die Möglichkeit einer Auffassung als alte Schutthalden vielleicht in Betracht kommt. Die Einschaltung einer kalkverkitteten Breccie aus Wettersteinkalktrümmern am Südfuß des Stanserjoches zwischen Schloß Tratzberg und St. Georgenberg ist hier schon erwähnt und in Fig. 1 und 78 auch dargestellt worden. Freilich ist eine tektonische Bildung in Form einer Reibungsbreccie wohl wahrscheinlicher.

An der Südwestwand des Sonnjoches finden sich ebenfalls Breccien in einer ganz eigentümlichen Lage, völlig dicht mit den steilen Felswänden verkittet. Fig. 36 steuert Ansicht und Querschnitt dieser merkwürdigen Stelle bei.

Wir stehen unmittelbar unter der hohen Steilwand aus Wettersteinkalk, zu welcher der schmale Kamm des Königkopfes ansteigt. Dieser Kamm besteht im oberen Teil aus Raibler

- 1 = Rauhwacken und Breccien
- 2 = Wettersteinkalk
- 3 = Hauptdolomit, zertrümmert
- 4 = Dolomitmylonit mit Fetzen von schwarzen Tonschiefern
- a = dunkler grauer Kalk mit schwarzen Hornsteinknöllchen — dicht weißadriger Kalk
- b = lichte feinblättrige schwarze Tonschiefer
- c = feste gelbe Knollen und Linsen
- d = dickbankige Kalke
- e = Lunzer Sandsteine
- a—c = Raibler Sch.

Südabfall des Sonnjoches.

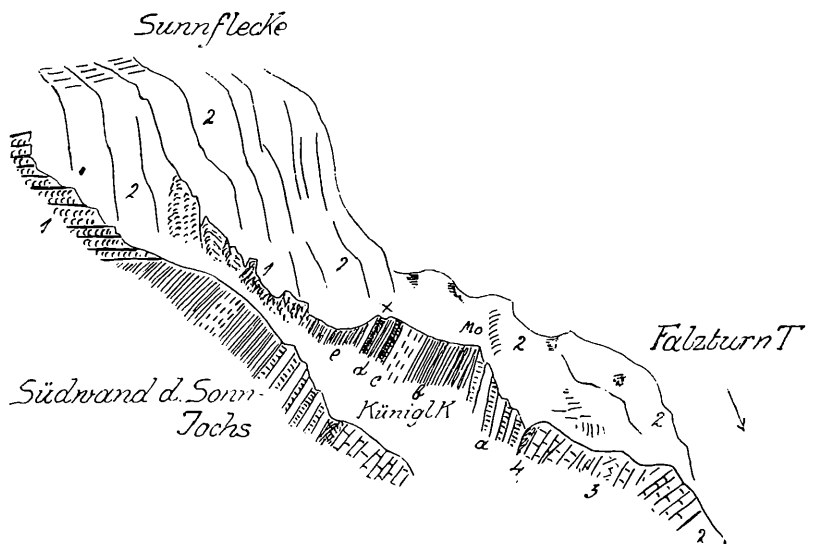


Fig. 36.

Schichten die eine reichere Schichtfolge zeigen, an der auch Lunzer Sandsteine ihren Anteil nehmen. An die Lunzer Sandsteine schließen sich gegen den Wettersteinkalk zu Rauhwacken an. Es ist dies eine ganz ungewöhnliche Einordnung der Rauhwacken der Raibler Schichten, die sonst regelrecht immer an der Grenze gegen den Hauptdolomit auftreten.

Untersucht man nun, durch diese fremdartige Einschaltung mißtrauisch gemacht, diese Rauhwacken genauer, so macht man folgende Erfahrung. Wir haben graue bis gelblichgraue Rauhwacken vor uns, die aus Kalkstückchen und hohlen Kalkgeröllen mit viel Zement bestehen. Die Kalkstücke wittern mit ihren Ausheilungen wie Gitter heraus.

Stellenweise lassen sich gelbliche, feinsandige Mergellagen erkennen.

Diese Rauhwacken gehen nun scheinbar ohne scharfe Grenze in die geschlossene Wand des Wettersteinkalkes über. An dieser fast lotrechten Wand kleben weiter auch noch wie Schilder und Erker scharf umgrenzte Teile dieser Rauhwacken, Fig. 37.

Die Verkittung dieser Rauhwacken mit der Steilwand ist eine sehr feste und vollkommene.

Es ist nun klar, daß diese Rauhwacken nicht zum Schichtbesitz der Raibler Schichten gehören können.

Schwieriger ist aber die Abgrenzung von den benachbarten großen Massen von Rauhwacken, welche weiter westlich hoch gegen das Sonnjoch ansteigen.

Am Aufstiegsweg zum Sonnjoch treffen wir aber Rauhwacken, die durch ihre mehrfache Wechsellagerung mit Kalken der Untertrias als Angehörige derselben Bildungszeit ausgewiesen sind. Es handelt sich hier um feinschichtige, gelblichgraue Rauhwacken, die reichlich eckige Brocken von dunklen, rosaroten Kalken, gelben Mergeln enthalten. Diese Rauhwacken wechseln häufig mit den dunklen Kalken der Reichenhaller Schichten und bilden eine Art von Mischungsserie.

Wo nun die Grenze zwischen den alten an die Wettersteinkalkwand geklebten Schutthalden und den aufgeschobenen Rauhwacken der Untertrias zu ziehen ist, bleibt vorläufig noch unsicher.

Jedenfalls ist von einem Verwitterungsmantel der alten Hebungs- oder Gebirgszone wenig mehr zu finden.

Um vorwärts zu kommen, kann man sich der Vorstellung bedienen, daß die Begrenzungen einer Hebungs- oder Gebirgszone gegen die anliegenden flachen Schichtbereiche mit großer Wahrscheinlichkeit durch lokale Störungen ausgezeichnet sind.

Eine darauf gerichtete Nachforschung bringt folgende Erscheinungen zutage.

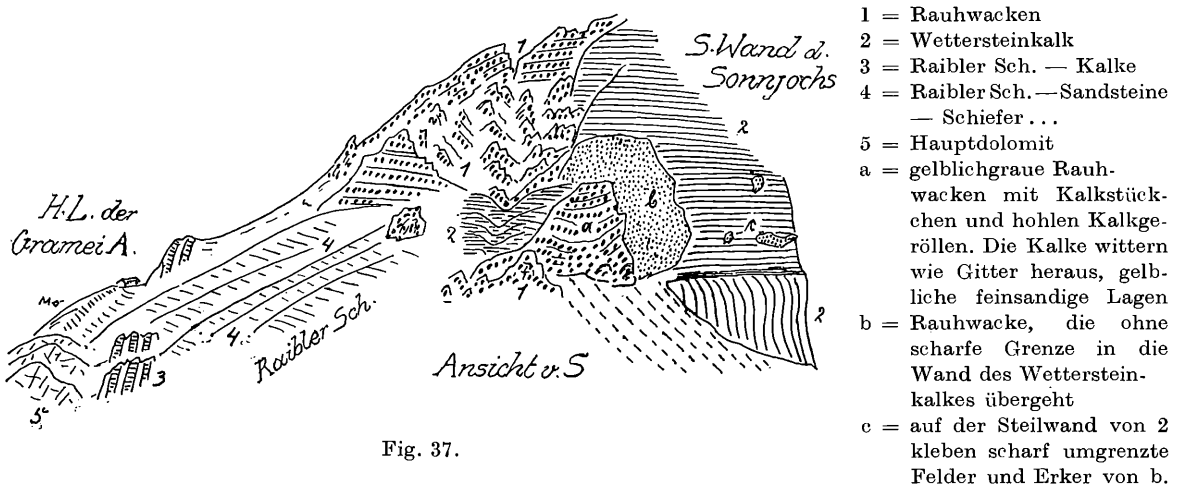


Fig. 37.

Die Südgrenze der Wettersteinkalkgewölbe von Stanserjoch—Sonnjoch gegen das Gebiet der jüngeren Schichten ist auffallend reich an Störungsformen. Dies kommt besonders deutlich an dem Zug der Raibler Schichten zum Ausdruck. Aber auch die Zone des Hauptdolomits ist sehr stark davon betroffen.

Die Raibler Schichten treten an der Südseite des Stanserjoches zuerst am Bärenköpfl südlich von der Stallenalpe zutage. Sie bilden hier einen schmalen Zug von Sandsteinen und Tonschiefern, eingeklemmt und verworfen zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit. Ihre Mächtigkeit ist gering.

Die nächsten Vorkommen liegen nördlicher im Sattel der Nauderer Stiege und am Südwestgehänge des Lunst. Hier sind größere Schichtkörper erhalten. Zugleich springt der Südrand des Stanserjochgewölbes um zirka  $1\frac{3}{4}$  km gegen N. zurück. Der dadurch freigegebene Raum ist mit einer mächtigen Anschoppung von Hauptdolomit ausgefüllt.

Dieses Spiel des Zurückweichens wiederholt sich dann an der Südseite des Sonnjoches noch einmal im gleichen Sinne, wenn auch in kleineren Ausmaßen. Dieses Zurückweichen des Südrandes des Wettersteinkalkes erfolgt nicht mit Hilfe von tektonischen Verschiebungen. Es liegen auch hier Erosionsformen vor, in welche dann Raibler Schichten und Hauptdolomit hineingedrückt wurden.

Auf diese Weise schwillt der Besitzstand des Hauptdolomits, welcher am Bärenköpfl etwa  $\frac{1}{4}$  km ausmacht, im Hintergrund des Falzthurntales auf  $2\frac{1}{2}$  km, also auf das Zehnfache an. Zugleich zeigt er hier eine sehr lebhaftte Faltung, welche Fig. 38 im Schema wiedergibt.

Während also der Hauptdolomit gleichsam die Hohlformen des Wettersteinkalkes ausfüllt, erscheinen die Raibler Schichten durchaus gestört in ihren Ausstrichen und zwischen diesen harten Gesteinsmassen gequält und verzerrt. Einen guten Einblick in diese Verhältnisse gewinnt man am Südwestgehänge des Lunst gegen das Falzthurntal hinab.

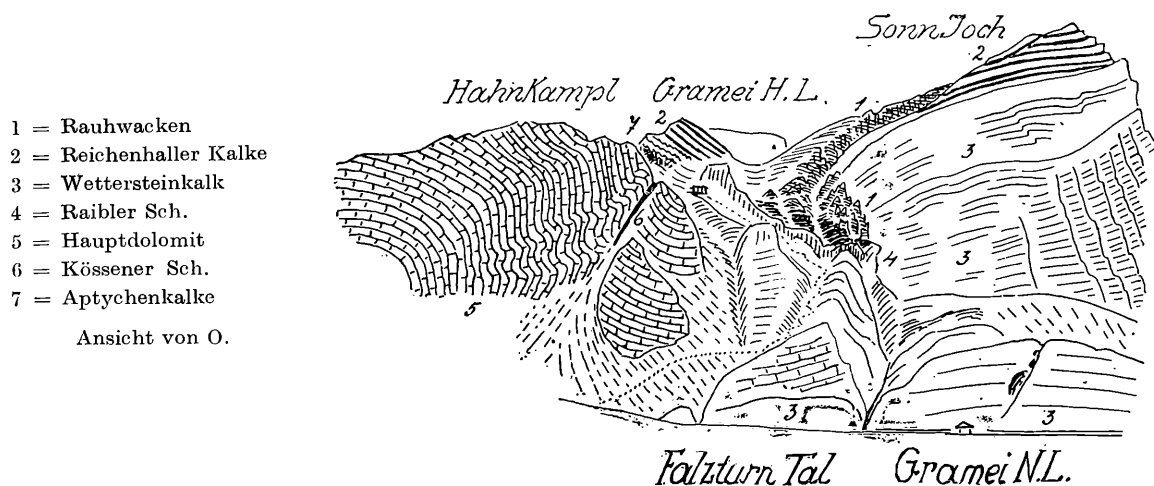


Fig. 38.

Steigt man aus dem hintersten Falzthurntal gegen den Lunstsattel empor, so hat man in der engen Talöffnung an der Nordseite die glatt geschliffene Wand des Wettersteinkalkes und im S einen breiten Moränenwall.

Der Ausstrich der Raibler Schichten ist hier verschüttet. Ungefähr an der Stelle, wo der schmale Steig den Bach übersetzt und steil zu den Lunstmähdern aufklettert, beginnt der Einsatz der Raibler Schichten mit Kalk- und Dolomitbänken. Höher oben machen sich dann

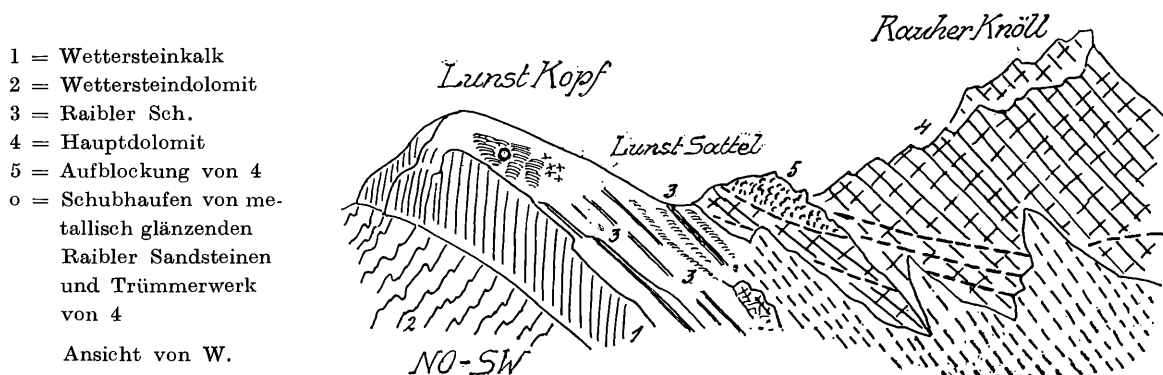


Fig. 39.

Sandsteine der Lunzer Schichten breit. Gegen den Lunstsattel zu schieben sich Rauhwacken und Sandsteinstreifen ein, welche unmittelbar von dem Plattenbau des Hauptdolomits abgelagert werden.

Der Hauptdolomit des Rauhen Knölls ist, wie Fig. 39 zeigt, in flachen Schubbahnen gegen den Lunstsattel vorgeschoben.

Begibt man sich vom Lunstsattel zum Gipfel des Lunstkopfes hinauf, so erlebt man eine unerwartete und angenehme Überraschung. Hier liegen auf dem kahlen Wettersteinkalk große Haufen von Lunzer Sandsteinen mit metallisch glänzenden Harnischen, schwarze Tonschiefer, Schollen von Hauptdolomit und von dunklen feinadrigen Kalken.

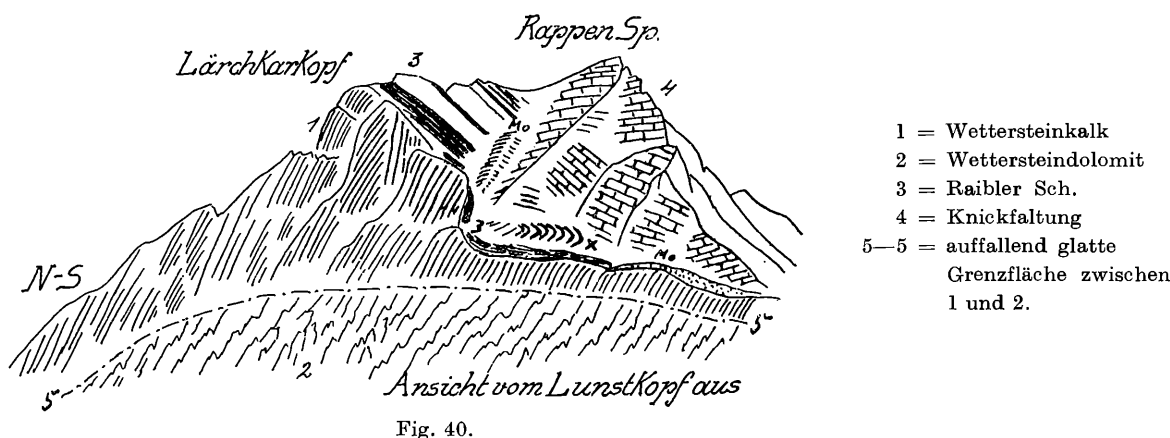
Offenbar haben wir die Reste einer Aufschiebung von Hauptdolomit vor uns, welche unter sich die tektonisch durchbewegten Raibler Schichten bedeckten. Wahrscheinlich standen diese Schollen von Hauptdolomit mit der großen Dolomitmasse des Rauhen Knöll im Zusammenhang und sind erst von der Erosion abgetrennt worden.

Aus diesen Resten von Raibler Schichten entspringen nun klare Quellen, die in 5—6 Trögen zur Freude von Mensch und Getier gesammelt werden. Sie sind so nahe unter dem kahlen Gipfel wirklich ein wundersamer Schatz.

Es ist nun von geologischem Interesse, vom Lunstkopf die Blicke auf die nördlich benachbarte Rappenspitze zu lenken und deren Aufbau zu betrachten.

Fig. 40 ist uns bei dieser Betrachtung hilfreich. Die Rappenspitze besteht aus wohlgeschichtetem, bituminösem Hauptdolomit und ruht mit einem Kissen aus Raibler Schichten unmittelbar dem Wettersteinkalk des Lärchkopfes auf.

Wie man leicht erkennt, ist die Beschaffenheit der Raibler Schichten tektonisch stark verändert. Am Kamm gegen den Lärchkopf liegt eine Schichtwiederholung von Kalkbänken und Mergellagen vor.



Tiefer herunter stößt der Hauptdolomit ganz enge an den Rand des liegenden Wettersteinkalkes. Etwas südlich davon ist eine merkwürdige Art von liegender Falte zu sehen, welche gegen S zu völlig geschlossen und ohne Fortsetzung ist. Am Ansatz des hier nur im oberen Abschnitt sichtbaren Südgrates treffen wir dann bei der Naudersalpe eine große Anschoppung von Lunzer Sandsteinen und schwarzen Tonschiefern. Auch die Lagerungen im Gipfelkörper der Rappenspitze sind in Unordnung geraten.

Jedenfalls ist man zu der Annahme berechtigt, daß die Raibler Schichten gegenüber dem liegenden Wettersteinkalk tektonisch kräftig verschoben sind. Dasselbe gilt auch für den Hauptdolomit.

Fig. 40 eröffnet auch einen guten Einblick in die Gliederung von Wettersteinkalk-Dolomit. Der obere Teil des Stanserjochgewölbes wird hier von klarem Wettersteinkalk eingenommen. Unter ihm tritt mit ziemlich glatter, gebogener Grenze Wettersteindolomit hervor. Die Grenze wird durch die recht verschiedenen Verwitterungsformen besonders deutlich hervorgehoben. Oben glatte blanke Wände in Großformung, unten vieltausendfältige Runsen und Grate in einer typischen Kleinformung und Feingliederung.

Es ist erstaunlich, wie sehr der an sich bescheidene Magnesiagehalt Verwitterung und Brüchigkeit des Gesteins zu verändern vermag. Diese Art der Grenzziehung zwischen Kalk und Dolomit ist aber durchaus nicht die einzige im Karwendel gebräuchliche. Wir haben ja auch schon an der Süd- und Nordseite des Stanserjoches wesentlich kleinräumigere Abteilungen kennengelernt.

Es ist nun zu fragen, ob die hier beschriebenen Unregelmäßigkeiten an der Südseite der großen Aufwölbung des Wettersteinkalkes älter als der Aufschub der Inntaldecke oder gleichalterig oder jünger als dieser Gewaltmarsch sind?

Diese tektonisch wichtige Frage läßt sich vielleicht am ehesten im Bereiche der Rappenspitze entscheiden.

Wenn wir den gewaltigen Rücken des Stanserjoches überschauen, so nimmt eine merkwürdige Zweiteilung unsere Aufmerksamkeit gefangen. Im ganzen viel größeren östlichen Teil geht der Wettersteinkalk entweder völlig nackt zutage oder er wird von Schollen von Buntsandstein-Rauhacken-Gutensteiner Kalken überlagert. Vielfach sind diese Massen von Alttrias in tiefe Furchen des Wettersteinkalkes eingelagert.

Im westlichen Teil des Stanserjochgebietes ändern sich diese Verhältnisse wesentlich. Wir treffen an der Rappenspitze noch Raibler Schichten und Hauptdolomit und am Lunkopf ebenfalls Raibler Schichten und Reste von Hauptdolomit.

Im östlichen Abschnitt des Stanserjoches begegnen wir an der Nordseite ziemlich großen Schubmassen von Raibler Schichten, und zwar hauptsächlich von Sandsteinen der Lunzer

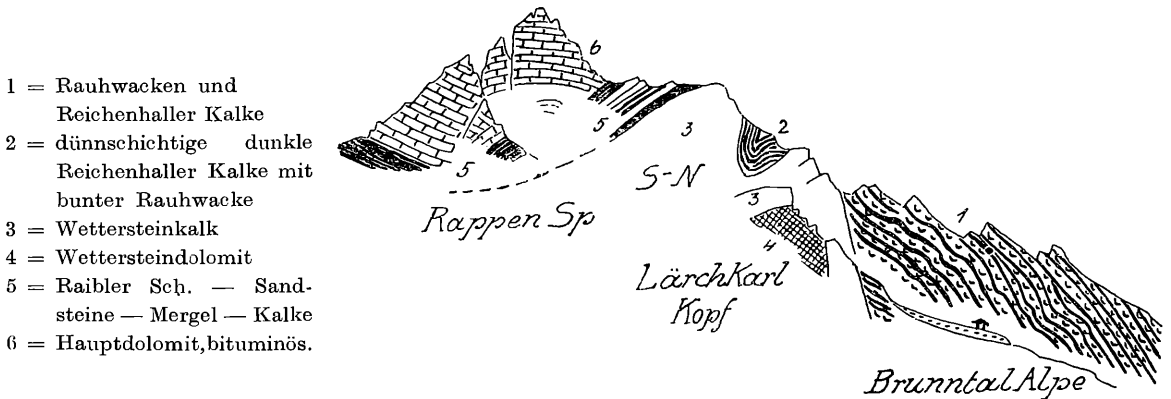


Fig. 41.

Schichten, also der tiefsten Teile der Raibler Schichten. Diese lagern hier aber auf den Rauhacken der Alttrias. Es ist nun klar, daß es unmöglich ist, die ursprüngliche Raibler Decke des Stanserjoches durch Schubmassen der Alttrias wegzuschieben und gleichzeitig dieselben auf die Alttrias aufzuladen. Das müssen wohl zwei zeitlich getrennte Vorgänge gewesen sein.

Eine genauere Besichtigung der Rappenspitze führt zwangsläufig zu demselben tektonischen Urteil. Dieser kühn zugespitzte Gipfel kann unmöglich von den schweren Alttriasmassen ohne Verschleppung überfahren worden sein. Diese Unmöglichkeit springt in die Augen, wenn wir Fig. 41 berücksichtigen, welche einen Schnitt von der Rappenspitze ins Falzthurntal in nordsüdlicher Richtung vorlegt.

Die Rappenspitze nimmt hier einen Platz ein, den sie gegenüber den von S gegen N vorrückenden Alttriasmassen nie hätte behaupten können. Sie wäre sicherlich mit ins Falzthurntal hinabgeschleppt worden. Die Nordwand des Lärchkopfes ist durch eine tiefe Einfaltung von Raibler Schichten und Alttrias ausgezeichnet. Der oberste Teil dieser Wand erscheint wie ein Blechrand darüber vorgestülpt. Am Fuße stellt sich dann eine riesige Masse von Rauhacken mit Nestern von Haselgebirge und vielen Kalklagen ein. Diese Riesenmassen können nicht über die Rappenspitze hergekommen sein.

So bleibt uns auch dieser Formung gegenüber keine andere Wahl, als die Annahme, daß hier nicht eine, sondern zwei Überschiebungen erkennbar sind, von denen die erste die Alttriasmassen auf das tief abgetragene Stanserjoch führte, während die zweite nur mehr eine Verschiebung von Raibler Schichten und Hauptdolomit zustande brachte.

Für die Länge dieser Verschiebung in der Richtung von S gegen N ergibt die Entfernung zwischen den Raibler Schichten am Bärenköpfl im Stallental und dem Tristköpfl eine Mindestweglänge von zirka  $4\frac{1}{2}$  km.

Der Rauhe Knöll wird durch eine seltsame tiefe Scharte „Schneiderschar“ vom Schafjöch getrennt. Diese Scharte ist dadurch gut erklärt, daß Rauher Knöll und Schafjöch die Gegenflügel eines Sattels vorstellen, in dessen Kern Raibler Schichten hochkommen, die man zwar nicht offen sieht, die aber ihre Anwesenheit durch die Einwitterung der tiefen Scharte verraten.

An der Südseite des Schafjöchls sind dann schon die dunklen Mergel und Kalke der Kössener Schichten gegenüber von der Lamsenhütte angepreßt. Wenig weiter vervollständigt sich diese junge Schichtfolge am nördlichen Lamsjoch mit Kössener Schichten, Liasfleckmergeln, Manganschiefern und Jura-Hornsteinkalken. Am Lamsjoch stehen wir unmittelbar unter der prachtvollen Nordwand der Lamsenspitze, welche in klarer Weise auf die Jungschichtzone aufgeschoben liegt. Wir haben also, wenn wir zu einer weiteren Übersicht greifen, am Stanserjoch als erstes Ereignis tiefe Abtragung, darauf Einschub der Altriasmassen, weiter

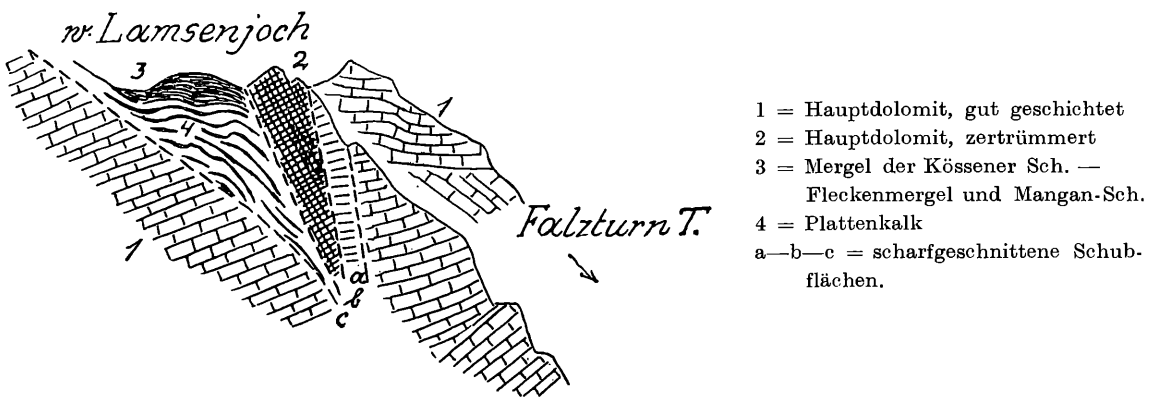


Fig. 42.

Vorschub der Jungschichtzone und endlich Überschiebung der gewaltigen Triasplatte des Hochnißl-Lamsenspitzenkammes.

Bei der Entdeckung der großen Karwendelüberschiebung im Jahre 1903 habe ich noch alle Anzeichen von Überschiebungen zu einer großen, zeitlich einheitlichen Bewegungsflut zusammengezogen. Erst durch die Neuaufnahme trat die Unstimmigkeit dieser tektonischen Zusammenziehung zutage. An ihre Stelle muß also in Zukunft eine weit kompliziertere Bewegungsfolge treten. Es ist nun eine weitere Aufgabe, diesen Befund einer dreifältigen Überschiebung auch an dem hoheitsvollen Kamm des Sonnjoches zu prüfen.

Der Kamm des Sonnjoches schließt mit dem schmalen Grat des Hahnkampls an das nördliche Lamsjoch an. In den Bau des Hahnkampls erhält man an seinen Südwänden den besten Einblick.

Am nördlichen Lamsjoch selbst liegt, wie schon erwähnt, ein Streifen von Kössener Schichten-Liasfleckmergeln-Manganschiefern-Jurahornsteinkalken. Darunter zieht ein Keil von Oberrätkalken sehr steil und beidseitig begrenzt von scharfen Schubflächen ins hinterste Falzthurntal hinab. Auch der nördlich angrenzende Hauptdolomit des Hahnkampls ist von Schubflächen rücksichtslos zerschnitten.

Fig. 42 liefert das Zerschneidungsbild.

Der Bau des Hahnkampls besteht nun aus einer steilen Aufsattelung, deren Flügel SW—NO streichen. Daran stößt eine Mulde mit einem Achsenstreichen von SO—NW. Der Umschwung im Streichen im Betrage von zirka  $90^\circ$  wird mit Faltungen vollzogen. Der



Kern der Mulde zeigt eine kleine Verschiebung und wird von enggepreßten Kössener Schichten eingenommen. Hier herrscht wieder ein ungefähr ostwestliches Streichen.

Verfolgt man diesen schmalen Kössener Streifen gegen das Grammaijoch, so begegnet man mehreren kleinen Liasbegleitern. Am Grammaijoch bricht unser Zug schroff an Rauhwacken der Alttrias ab. Diese Alttrias gehört zu der großen Scholle des Stoanbleamelkopfes, welche auf der Engtalseite auf die Bärenwand aufgeschoben liegt. Sie wird von einer Wechselfolge von Rauhwacken und Reichenhaller Kalken zusammengesetzt. Das Streichen dieser Schichten ist in die Richtung SO—NW eingeregelt. Das Einfallen zielt gegen SW. An dem schmalen Grate, der vom Grammaijoch zum Stoanbleamelkopf hinauszieht, ist, wie Fig. 43 vorstellig macht, eine Schuppe von rötlichen und grauen Aptychenkalken eingeschaltet. Wahrscheinlich handelt es sich um eine abgerissene und in die Rauhwacken gewaltsam einverleibte Scholle von jenem Jungschichtenzug, der von der Binsalpe ins Engtal hinabzieht.

Kehren wir nun wieder an die Südgrenze der Mulde des Hahnkampls zurück, so finden wir hier an der Südseite des Sonnjochs den Zusammenschluß von Hahnkampl und Sonnjoch.

Der Hauptdolomit ist in der Tiefe glatt auf einen Vorsprung des Sonnjochs aufgeschoben. Höher oben schalten sich aber die Raibler Schichten mit einer ziemlich reichhaltigen Schichtfolge ein. Sie bilden hier den Kamm des Königkopfes, der schon mit Fig. 36 beschrieben wurde.

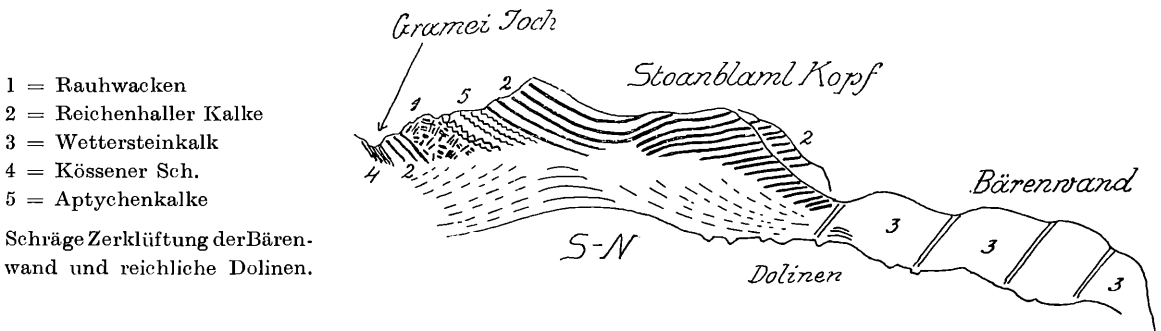


Fig. 43.

Die Verschiebung der Hahnkamplmasse mit ihrem Saum von Raibler Schichten ist in eine ziemlich tiefe Furche des Sonnjochgewölbes hinein erfolgt. Dabei wurde offenbar ein Teil der Raibler Schichten völlig abgeschert, so daß nun der Hauptdolomit hart auf den Wettersteinkalk auffahren konnte.

In der weiten Mulde des Hochlegers der Grammeialpe breitet sich zwischen Hahnkampl und Sonnjoch eine mächtige Masse von Rauhwacken aus. Dieselben übergreifen den Zug der Raibler Schichten und lehnen sich hoch an den stolzen Leib des Sonnjochs an, so den leichtesten Aufstieg zu diesem weitschauenden Gipfel bietend (Fig. 22). Der Bau des Sonnjochs ist trotz seiner ganz ausgezeichneten Aufschlüsse nicht leicht verständlich.

Sicher ist, daß sein Kern ein mächtiges Gewölbe vorstellt, das einfach die streichende Fortsetzung des Gewölbes des Stanserjochs bildet. Ebenso sicher ist dann der schon von G. Geyer kartierte Befund, daß die Gipfelhaube des Sonnjochs aus einer Schubmasse von Muschelkalk besteht.

Die Aufschiebungsfläche dieser Muschelkalkhaube ist auffallend glatt. Am schönsten ist diese Bahn an der Nordseite des Sonnjochs oberhalb des großen Grammeikares zu verfolgen. Wie Fig. 44 anschaulich macht, ist hier die Bahnfläche außerordentlich scharf und glatt gezogen. Auch an der Ost- und Südseite zeigt die Bahnfläche ähnliche Eigenschaft. Nur an der Ostseite sind kleine Unregelmäßigkeiten zu erkennen. An der Westseite wird unsere Gipfelhaube von den älteren Rauhwacken mit einer schmalen Zunge übergriffen.

Die großartigsten Einblicke in die Baugeschichte vermittelt aber die tiefe und wilde Schlucht des Bärenlahnergrabens, welche zur Bärenlahnerscharte aufsteigt und jenseits mit dem Grammaigraben ins Engtal abfällt.

Wir haben hier in der Verbindung dieser beiden tiefen Schluchten einen Aufschluß von mehr als 3 km Länge. Im Bärenlahnergraben bildet die Südbegrenzung die riesenhafte Plattenwand des Sonnjoches und die Nordbegrenzung die schroffe Rohwand der Schaufelspitze. Die Wand des Sonnjoches ist nicht nur plattengepanzert, sondern auch von einer steilen Verwerfung zugeschliffen. So entsteht ein Wunderbau von unzugänglicher, erhabener Glättung.

Zwischen Sonnjoch und Schaufelspitze ist nun eine Füllmasse von Alttrias eingebaut. Vorwiegend handelt es sich um Rohwacken, Dolomitmylonit, Nester von grünen Sandsteinen des Haselgebirges, schwarze Dolomite, Reichenhaller Kalke. Die Hauptanordnung dieser Schichten weist darauf hin, daß sie die Unterlage der großen Wettersteinkalkmasse der Schaufelspitze bilden. Nur nahe an der hohen Gleitwand des Sonnjoches zeigt sich eine heftige Anpressung und Parallelschaltung.

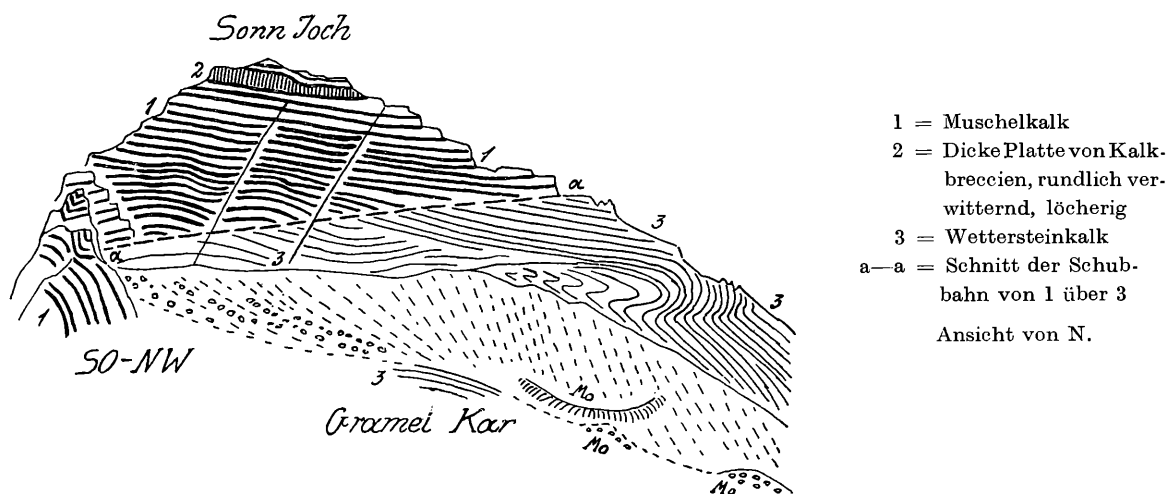


Fig. 44.

Am deutlichsten kommt diese Steilstellung an der Bärenlahnerscharte zum Ausdruck, wie Fig. 45 in den Einzelheiten darstellt. Die Schaufelspitze ist die höchste Erhebung jener großen Scholle von Wettersteinkalk, welche zwischen Falzthurntal—Bärenlahnerscharte—Engtal—Sulzgraben—Plumsjoch—Gütenbergmulde eingeordnet ist. Diese Trias ist scharfwinklig an der Bettlerkarspitze eingemuldet. Sie besteht hauptsächlich aus Wettersteinkalk und nur an den Rändern kommen Anteile der tieferen und tiefsten Trias zum Vorschein. Große Massen von Alttrias beherbergen der Bärenlahnergraben im S und der Sulzgraben im N. Aber auch an der Nordseite der Schneeköpfe tritt Haselgebirge und Muschelkalk an den darunterliegenden Hauptdolomit des Plumsjoches scharf heran.

Aus der Anordnung und Beschaffenheit der Alttrias ist ohneweiters abzulesen, daß die Sockelschichten der Triasschubmasse von der vollzogenen Bewegung über ein Relief bald angeschoppt, bald abgeschert wurden.

Die hier zusammengetragenen Beobachtungen lassen sich nun zu folgendem Bild von motorischen Begebnissen vereinigen.

Wenn wir von S gegen N vorschreiten, so treffen wir zunächst auf die gewaltige Triasplatte von Hochniß—Lamsenspitze—Eiskarlspitze. Sie liegt durchaus mit Muschelkalk-Reichenhaller Kalk, seltener mit Streifen von Rohwacken und Haselgebirge auf der Jungschichtzone. Diese selbst ist ihrerseits auf das tieferodierte Gewölbe des Sonnjoches vorgeschoben. Dieser Vorschub hat aber offenbar nur ein geringes Ausmaß.

Das Sonnjoch selbst trägt eine klare doppelte Schubmasse von Muschelkalk und Reichenhaller Schichten auf seinem tiefabgetragenen Scheitel. Es ist wahrscheinlich, daß die Schubmasse am Gipfel des Sonnjoches ein Teil der großen Karwendelmasse ist und der unmittelbare Zusammenhang durch den Eingriff der Erosion unterbrochen wurde. Auch die Schubmasse der Schaufelspitze erlaubt noch eine Anknüpfung an die Karwendelmasse.

Die Verbindung zwischen der Gipfelschubmasse des Sonnjoches und der Schubmasse der Schaufelspitze kann aber keine unmittelbare sein. Die beiden Schubmassen stoßen, wie Fig. 45 erläutert, am Ostgrat des Sonnjoches nahe aneinander. Die hier sich begegnenden nächsten beiderseitigen Schichtteile sind ziemlich verschiedenartig und erlauben keine unmittelbare Aneinanderfügung.

Die steile Fläche, welche vom Sonnjoch in den Bärenlahnergraben abstürzt, haben wir als eine vertikale Verwerfung großen Maßstabes erkannt. An ihr wurde offenbar eine starke Senkung vollzogen. Diese Senkung hat auch die Gipfelschubmasse des Sonnjoches betroffen, und zwar nicht nur die untere Schubmasse aus Muschelkalk, sondern auch die obere aus Reichenhaller Schichten und Rauhwacken. Dadurch wurde die Verbindung zwischen den Gipfelschubmassen des Sonnjoches und dem Schubkörper der Schaufelspitze schroff unterbrochen. Was ergeben sich nun aus dieser Deutung für Bewegungsfolgen?

- 1 = Muschelkalk
- 2 = Wettersteinkalk und  
Partnach-Sch.
- a = dünnplattige, gelbe Mer-  
gel
- b = schwarze Tonschiefer
- c = Rauhwacken und Brec-  
cien
- d = dunkle, feinweißadrig  
Kalke
- + = alte Reliefüberschiebung
- x = jüngere Verwerfung.

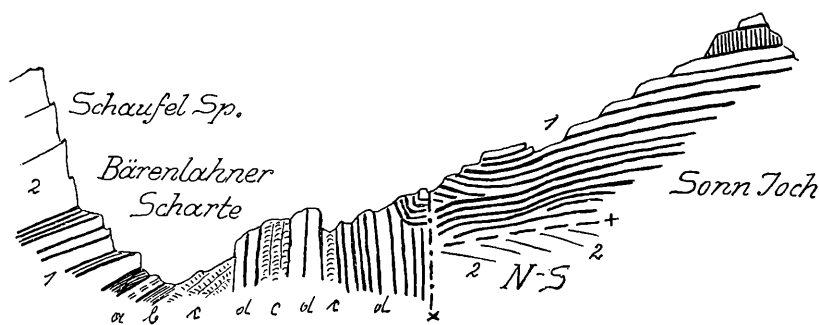


Fig. 45.

Die zwei Schubmassen des Sonnjoches können mit der Schubmasse der Schaufelspitze zusammenhängen, wenn die Füllung des Bärenlahnergrabens durch eine jüngere schroffe Einsenkung herbeigeführt wurde.

Die wirre Struktur des Schichtmaterials im Bärenlahnergraben würde mit dem gewalt-samen Vorgang einer schroffen Senkung leicht zu vereinigen sein.

Die Gipfelschubmassen des Sonnjoches hängen südwärts auch mit der Schubmasse des Stoanbleamelpfades und der Bärenwand zusammen.

Die großen Massen von Reichenhaller Schichten und Rauhwacken des Stoanbleamelpfades lagern im Binsgraben unmittelbar auf Oberjura. Die Muschelkalkmasse der Bärenwand überschiebt unmittelbar ein schönes Gewölbe von Wettersteinkalk.

Dabei zeigen die wohlgeschichteten Lagen des Muschelkalkes kräftige Stauchungen auf der Grundlage des wenig geschichteten Wettersteinkalkes. Wir erkennen, daß sich die Überschiebung im Bereiche des Sonnjoches, also von unten bis oben, in zwei Überschiebungen zerlegen läßt. Wir haben es also auch hier nicht bloß mit zwei Reliefüberschiebungen, sondern auch mit einer mächtigen Überkipfung zu tun.

Dieser Befund ist so merkwürdig, daß jede mögliche weitere Prüfung aus Sicherheitsgründen erwünscht sein muß.

Eine solche Prüfung erlaubt in besonders schönen Aufschlüssen der mächtige Kamm des Gamsjochs, Fig. 46 auf S. 36, welcher sich am Hohljoch von der großen Karwendelmasse

ablöst und das Engtal an seiner Westseite begleitet. Dieser Kamm liegt schon auf dem mittleren Blatt der Karwendelkarte und fällt damit bereits in das Arbeitsgebiet von Dr. Georg Mutschlechner.

Nachdem ich aber im Jahre 1902 an diesem Kamme die große Karwendelüberschiebung entdeckt und dann gegen A. Rothpletz verteidigt habe, wird wohl niemand an diesem Vergleiche Anstoß nehmen können.

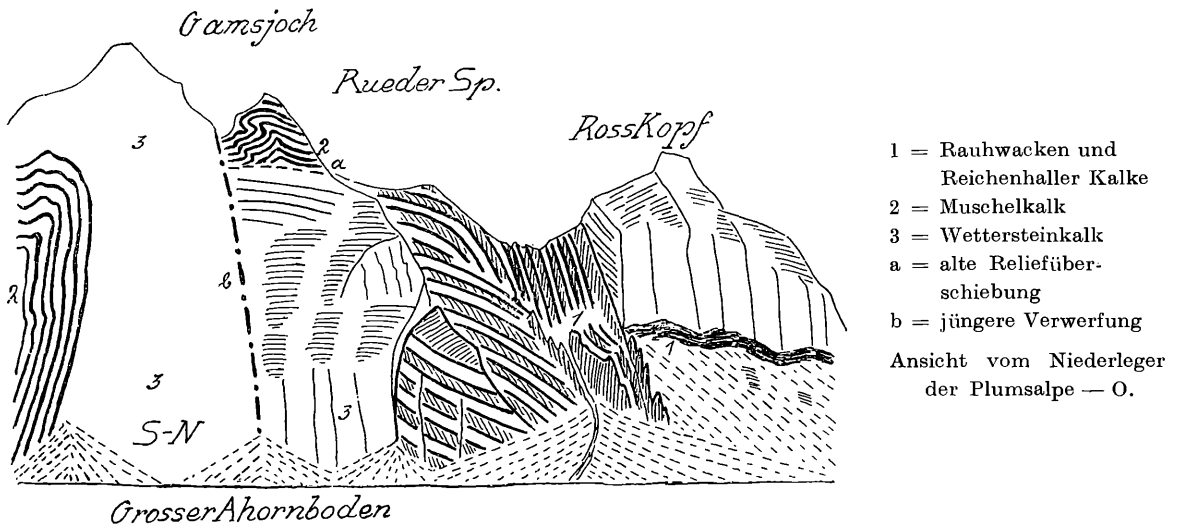


Fig. 46.

Ich habe auch noch einen besonderen Grund, diesen Vergleich hier auszuführen, nachdem Prof. Dr. Max Richter in seinem Buche „Die deutschen Alpen und ihre Entstehung“, Berlin, Borntraeger, 1937, auf S. 102 eine von meiner Deutung ganz abweichende Erklärung mit Hilfe von Deckenfaltung versucht hat.

Fig. 47—47a stellt die beiden Erklärungsversuche einander gegenüber. Die Deutung von M. Richter erscheint nach diesem Querschnitt sehr einfach und einleuchtend. Sie ist dies aber nur durch Vereinfachung und den gegen N hin zu kurzen Zuschchnitt. Mein Profil vom

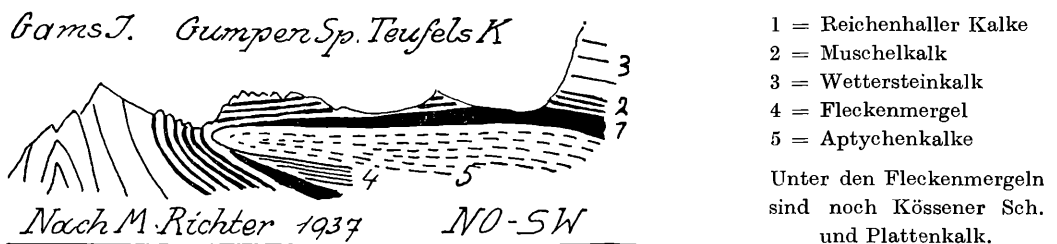


Fig. 47.

Jahre 1902, Fig. 96, hätte alle hier fehlenden Angaben ebenfalls im Maße 1 : 75.000 enthalten, ist aber wohl der neuen Deutung zuliebe unberücksichtigt geblieben.

Ich gehe nach diesem Aufruf der Erinnerung gleich zu dem angestrebten Vergleiche über.

Den südlichen Anteil des Profils brauche ich nicht zu besprechen. Hier ist die Überschiebung der Inntaldecke klar vollzogen und die Jungschiebungszone lagert ganz flach darunter, von den hangenden dünn gewalzten Aptychenkalke bis hinab zu Plattenkalk und Hauptdolomit. Die Schwierigkeiten beginnen erst mit der Auflösung des hochragenden Gamsjoches.

Hier erhält man verschiedene Schnitte, je nachdem man sich an die Kammlinie hält oder nur die Aufschlüsse des Gehänges auf der Engtalseite zu Rate zieht.

Westlich vom Kamm trifft man, vom Gumpenjöchel ansteigend, gut aufgeschlossen die wie Buttermasse feinausgewalzten Aptychenkalke unmittelbar dem Muschelkalk des Gamsjoches aufgeschoben.

Wir haben wieder die schon mehrfach erwähnte kurze Verschiebung der Jungschiebtzone auf den Triaskalk vor uns. Diese Verschiebung ist auf der Westseite des Gumpenjochs

- I = Altes, tieferodiertes  
Kalkgebirge  
II = Zone der jungen  
Schichten  
A = Einfüllung der über-  
kippten Schub-  
massen aus Rau-  
wacken—Reichen-  
haller Schichten—  
Muschelkalk  
B = Nachschub der Kar-  
wendelmasse  
C = jüngere große Ver-  
werfung.

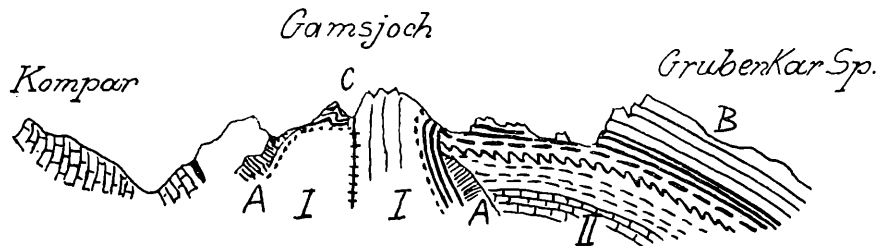


Fig. 47a.

sehr gut entwickelt. Auf der Ostseite reicht dieselbe nicht weiter hangab. Dafür treffen wir hier eine Scholle von Rauwacken und Reichenhaller Kalken, die zum Sattelkern eingerollt erscheinen.

Fig. 48 vermittelt einen Anblick dieser Rollfalte von der Höhe des gegenüberliegenden Stoableamelpfades. Wir werden von der hier von der Erosion schon entzweiggeschnittenen

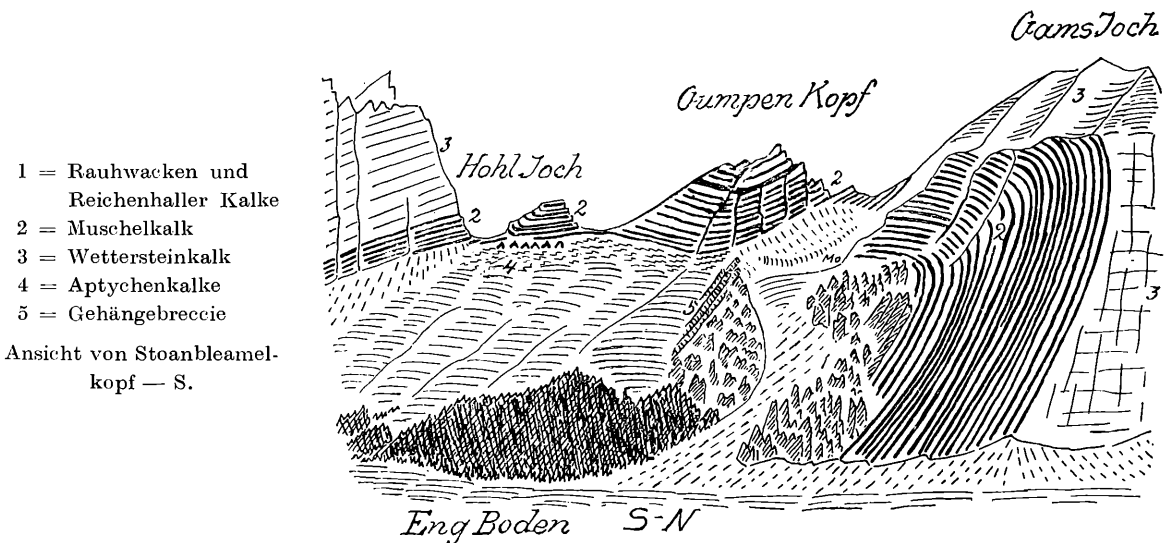


Fig. 48.

Rollfalte gleich an die Rollfalte des Tristköpfels erinnert, die aber aus Wettersteinkalk und Raibler Schichten besteht.

M. Richter verbindet diese Rollfalte unmittelbar mit dem Wettersteinkalksattel des Gamsjoches und glaubt darin die Stirne seiner Deckenfalte zu erkennen. Dies ist indessen nicht haltbar, weil die Rollfalte einer älteren Schubmasse angehört.

Wir haben im Gegenteil wieder die Ausfüllung einer tiefen Furche mit Alttrias vor uns, über welche dann die Inntaldecke noch vorgedrungen ist.

Das Gamsjoch selbst besteht von unten bis oben aus blankem Wettersteinkalk. Vergebens suchen wir eine Gipfelüberschiebung. Eine solche finden wir vielmehr erst auf der im N tief

abgesunkenen Fortsetzung des Gamsjoches, der um 262 m niedrigeren Ruederkarspitze. Wenn man in Rechnung stellt, daß der 2452 m hohe Gipfel des Gamsjoches keine Muschelkalkhaube mehr trägt und die Muschelkalkhaube der Ruederkarspitze, 2190 m, etwa 200 m dick ist, so kommt man zu einem Senkungsbetrage von gut 500 m.

Am Gipfel der Ruederkarspitze ist die Muschelkalkschubmasse sehr deutlich zu erkennen. Wie Fig. 46 anzeigt, ist in der Schichtung der ehemals lebendige Bewegungsschwung prächtig abgebildet. Die Scholle der Ruederkarspitze ist, wie schon erwähnt, stark gegenüber dem Gamsjoch abgesunken. Diese Absenkung ist an einer fast lotrechten Verwerfung vollzogen worden.

Steigt man von der Ruederkarspitze zum Sattel gegen die Roßkopfspitze hinab, so gewinnt man hier Einblicke in die großartigen Wildnisse des Großen Totengrabens. Dieser tiefeingerissene Graben ist ganz mit steilgestellten Schichten, Rippen, Türmen von Rauhwacken und Reichenhaller Sch. in wilden Windungen angefüllt.

Wir haben wieder eine alte Erosionsschlucht vor uns, die mit Altriasmaterial ausgestopft wurde. Die Ausfüllung zeigt im Liegenden Muschelkalk, im Hangenden die große Masse der Rauhwacken.

Der schroff von Wänden umgürtete Roßkopf, den ich lange Zeit noch für einen Vorposten der Inntaldecke hielt, ist aber doch wahrscheinlicher als ein Klotz des alten Kalkgebirges zu betrachten, da er an seiner Nordseite schon von Raibler Schichten und Hauptdolomit unterlagert wird.

Die Rauhwacken des Großen Totengrabens sind aber jedenfalls mit großer Gewalt an und unter ihn gepreßt worden.

Fügen wir unsere Ergebnisse kurz zusammen, so haben wir im S den Steilrand der geschlossenen Inntaldecke, zwischen Hohljoch und Gumpenjöchel die isolierten Deckschollen von Teufelskopf—Gumpenspitze. Am Gumpenjöchel taucht die Aufschiebung der Jungschichtzone auf das tieferodierte Gamsjochgewölbe auf. Südlich liegt die Hälfte einer Rollfalte, welche auch nur eine Ausfüllform einer alten Talfurche bedeutet. Die Gipfelschubmasse fanden wir nicht am Gipfel des Gamsjoches, sondern auf der tiefabgesunkenen Ruederkarspitze erhalten. Im Großen Totengraben ist die Ausstopfung einer alten Hohlform sehr klar zu erkennen.

Die tektonische Abrechnung ergibt wieder drei Überschiebungen. Zu oberst die weit ausgreifende Inntaldecke, darunter der bescheidenere Vorstoß der Jungschichtzone und als ältestes Ereignis den Einmarsch der Altriasmassen in Hohlformen des Gamsjochgewölbes. Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß sich Prof. Dr. Max Richter nicht weiter dieser Einsicht verschließen wird.

Es bleibt nun nach Erkenntnis dieser Dreiteilung als weitere Aufgabe, uns mit dem Einschub der Altriasmassen zu beschäftigen, welche am klarsten die Formen von Reliefüberschiebungen offenbaren. Von vornherein ist höchstwahrscheinlich, daß auch diese Überschiebung von S hergekommen sein muß. Von ihrem Besitz ist heute nur wenig mehr erhalten. Alle ihre Reste liegen in tieferen Furchen und Rinnen oder unter dem Schutzmantel der Inntaldecke. Viele alte Hohlformen werden so deutlich. Durch eine Zusammenstellung der so erkennbaren Formen wird es möglich sein, in Umrissen eine Vorstellung dieses uralten Reliefs zu bekommen, das vorzüglich in die hellen Kalk- und Dolomitmassen der mittleren Trias eingeschnitten und durch die Ausstopfung mit Altrias bis auf unsere Lebenszeit konserviert wurde.

Nach diesen Schichtresten zu schließen, muß es sich um eine große, mächtige Bewegungsmasse gehandelt haben, die mit gewaltvollem Schwung über ein so rauhes Relief hingetrieben wurde.

In dem ersten Vorstellungskreis über den Vormarsch der Inntaldecke bildeten die Altriasmassen ihren natürlichen Schichtsockel. Durch die hohe Reibung sollte dann eine Zerlegung in eine steifere, festere Oberschicht und eine plastischere Unterschicht eingeleitet werden. Die Oberschicht konnte ohne besondere Verluste vorwärtsdringen, wogegen die Unterschicht als Schmier- und Füllmaterial stark verbraucht wurde.

Der Vorteil dieser Deutung liegt in der Einmaligkeit des Vorganges.

Die neue Deutung erfordert zwei Großbewegungen von ziemlich ähnlichem Ausmaß und zwischen beiden eine lange Zeit der Abtragung, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß die erste Bewegungsmasse etwa nur aus Altrias bestanden hat.

Es ist nun zu überlegen, ob eine Wiederholung einer so weit ausgreifenden Horizontalbewegung überhaupt im Möglichkeitsbereiche der alpinen Gebirgsbildung liegt. Die Lechtaldecke stellt als Untergrund der Inntaldecke selbst eine Bewegungsmasse vor.

An Ausdehnung übertrifft sie die auf ihr liegenden Decken bei weitem.

Die Südränder der Lechtal- und Inntaldecke decken sich dagegen angenähert, wogegen die Nordränder weit auseinanderliegen.

Für den Ablauf dieser Großbewegungen macht es nun einen wesentlichen Unterschied aus, ob die Aufladung der Altriasmassen und der Inntaldecke auf die Lechtaldecke älter als der Vormarsch dieser Decke ist oder ob diese erst auf die Lechtaldecke wanderten, nachdem dieselbe bereits ihre Ruhestellung bezogen hatte.

Im ersten Fall hätten wir es mit einer verschleppten Struktur zu tun.

Eine Frage von tektonischer Wichtigkeit ist endlich jene nach der Bewegungsart. Haben wir es mit Schubbewegungen oder mit Gleitungen zu tun?

Im ersten Fall muß eine geschlossene Druckleitung vorhanden gewesen sein, im zweiten ein Gefälle, das imstande war, den nötigen Massenschwung zu verleihen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß beide Arten von Massenbewegungen an der Schöpfung des Karwendelgebirges beteiligt waren.

Für eine Trennung von Schub- und Gleitbewegungen sind an und für sich manche Merkmale geeignet. So kann z. B. eine Schubbewegung so ziemlich an jeder Stelle ihrer Bahn zum Stillstand kommen, sobald der Anschub nachläßt. Eine Gleitung findet dagegen ihr Ende mit dem Verlust des Gefälles oder dem Wachsen der Reibung.

Im ersten Fall geht die Einstellung der Bewegung von hinten, im zweiten Falle von vorne aus. Wir werden daher in der Verteilung der Faltungsintensität auf gewisse Unterschiede rechnen können. Bei einer Schubmasse ist in den hinteren Anteilen eine lebhaftere Faltung als in den vorderen zu erwarten, bei den Gleitmassen gerade das Umgekehrte. Für den Bau der Inntaldecke mit der starken Faltung im S und der flachen Lagerung im N würde nach diesen Überlegungen wohl nur Schubbewegung in Betracht kommen.

### Hauptdolomitgebiet und Kreidemulden.

Der Ausschnitt des Hauptdolomitgebietes ist auf der Karte ein ganz zufälliger, jener der Kreidemulde aber enthält gerade den südlichen Teil ihres großen Kniegelenkes.

Wir haben bereits erfahren, daß der Vorstoß der Inntaldecke auf der Strecke zwischen Engtal und Pletzachtal den Südrand des Hauptdolomits noch eine Strecke zu überschreiten vermochte.

Das Ausmaß dieser Überschreitung ist am besten im Gebiete der Schneeköpfe und der Gütenbergmulde zu ermessen.

Fig. 49—50 legen hier die entscheidenden Befunde vor. Fig. 49 stellt eine Ansicht von O und Fig. 50 eine solche von N her vor.

Der Vorstoß der Inntaldecke von S→N ist klar zu sehen. Der Hauptdolomit des Südflügels der Gütenbergmulde ist ganz zerdrückt und mit scharfer Schubfläche auf die Jura-kreidefüllung der Mulde vorgedrängt.

Fig. 50 zeigt die Anordnungen in der Richtung von W gegen O. Die Inntaldecke der Schneeköpfe besteht aus Wettersteinkalk-Muschelkalk und ruht auf einem schmalen Saum von Haselgebirge, der unmittelbar dem Hauptdolomit aufgeschmiert erscheint. Dieser Fuge von Haselgebirge folgt ein heute leider größtenteils verfallener Jagdsteig. Fig. 49 zeigt auch deutlich, wie durch den Vorschub der Inntaldecke auch der darunterliegende Hauptdolomit in Mitleiden-

schaft gezogen wurde. Auf der Kammhöhe zwischen Schneekopf und Gutenberg ist die Schichtfolge der Mulde noch mit Kössener Schichten — roten Liaskalken vervollständigt. Weiter herunter sind diese Schichten bereits abgeschert und der zertrümmerte Dolomit lagert unmittelbar auf einer Verschuppung von grauen und roten Aptychenschichten mit roten Hornsteinkalken. Die Abscherung der jungen Schichten ist klar betont.

Fig. 50 macht uns dazu aufmerksam, daß in der Richtung von S—N die ganze Kreide über die Köpfe des Hauptdolomits vorgetrieben wurde. Hier sieht man auch die gewaltige tektonisch geleitete Verarmung der Gutenbergmulde.

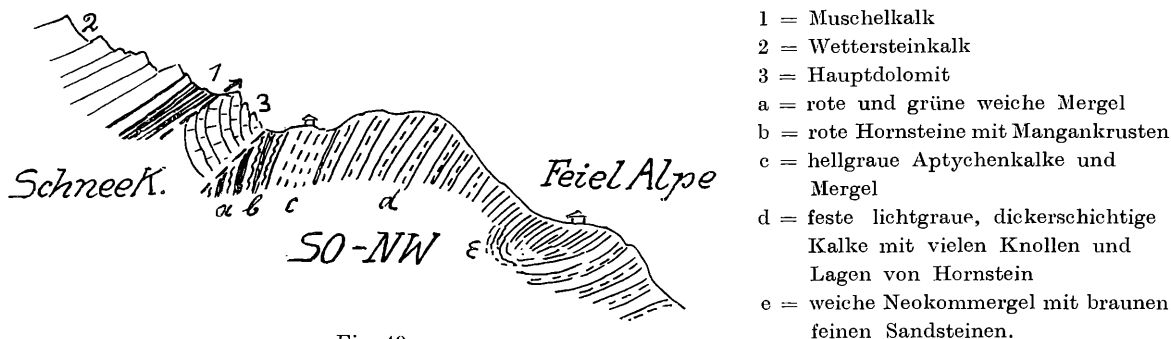


Fig. 49.

In der Tiefe des gegen das Bettlerkar ansteigenden Grabens sind von der ganzen reichen Schichtfolge nur mehr rote Liaskalke und dickbankige Rätikalke erhalten. Die Mulde ist also fast vollständig ausgequetscht. Wir werden ihre Fortsetzung aber auf der Höhe des Plumsjoches wiederfinden.

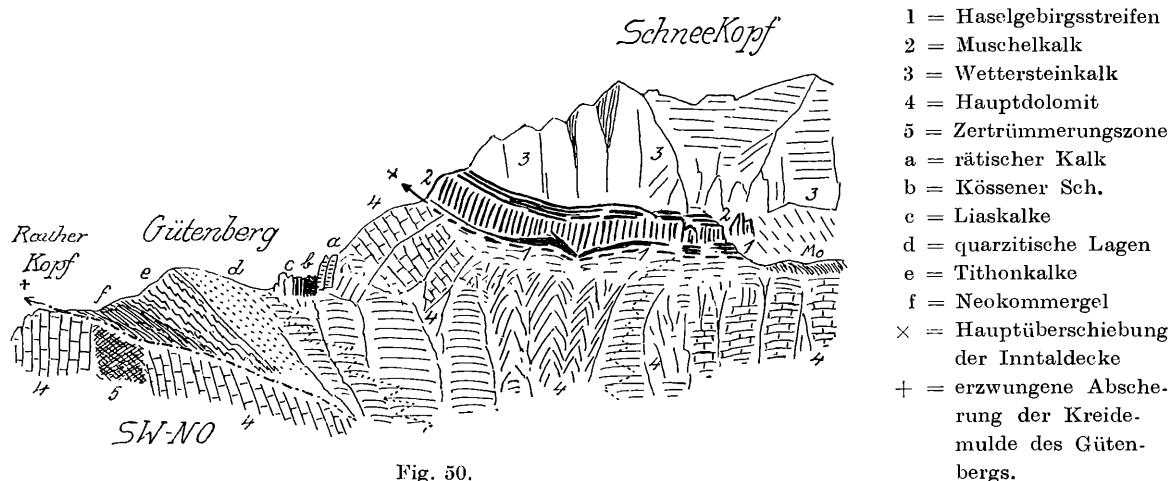


Fig. 50.

Die beiden Ansichten beweisen, daß der Stoß der Inntaldecke auch hier noch kräftig genug war, um die Gutenbergmulde abzuscheren und sehr einseitig zu machen.

Die Gutenbergmulde hat nur eine Länge von zirka 3 km. Gegen OSO ist keine Fortsetzung erfindlich. Dagegen treffen wir gegen WNW in der streichenden Fortsetzung einen Zug von Kössener Schichten, der sich noch zirka 3 km bis in die Gegend des Kompar verfolgen läßt. Im Aufbau des Kompar, Fig. 51, fehlen zwar die Kössener Schichten, die Struktur des Muldenzuges ist aber immerhin noch erkennbar. Die steilen Hauptdolomit- und Plattenkalkschichten des Gipfels stoßen an eine schräg ansteigende schmale Zertrümmerungsfuge.

Unterhalb derselben sind diese Schichten sattelartig aufgebogen. Diese Fuge deutet offenbar den ehemaligen Boden der Kössener Mulde an, welcher bei der Ausquetschung zusammengedrückt wurde.



Einen guten Einblick in das Gefüge des Hauptdolomits und der großen Kreidemulde bietet ein Querschnitt von der Bettlerkarspitze über Plumsjoch—Montscheinspitze—Mantschenbis ins Bächental hinab. An diesem Schnitt, Fig. 52, geben sich folgende Gestaltungen zu erkennen.

Die Aufschiebung der Inntaldecke ist am Nordgrat der Bettlerkarspitze in einleuchtender Klarheit zu sehen. Daran schließt sich ein steilschenkeliges Gewölbe aus Hauptdolomit mit zwei Zertrümmerungszwickeln.

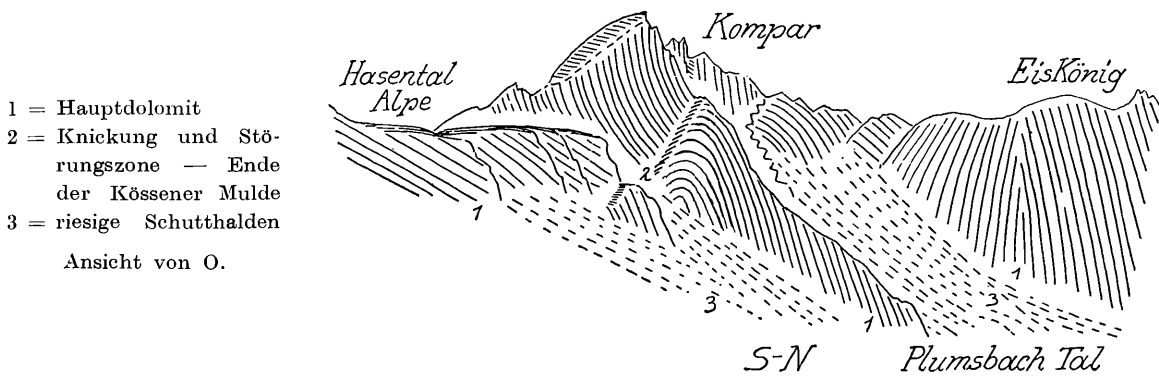


Fig. 51.

Nun stehen wir vor dem weiträumigen Plumssattel, der ein Schonstück einer hohen alten Landfläche vorstellt. Diese schön eingerundete Fläche zeigt die Schichtköpfe von Hauptdolomit, geteilt von einem Streifen von Kalken und Mergeln der Kössener Schichten, die dann zum Satteljoch aufsteigen.

Fig. 53 bringt eine schematische Ansicht dieser alten Landfläche, in welcher auch der Bau ihres Untergrundes und auch die Moränenverteilung gut zum Ausdruck gelangt. An die Mulde der Kössener Schichten schließt sich nordwärts eine 2½ km mächtige Folge von meist steilaufgerichteten Platten von Hauptdolomit. Der größte Teil dieses Baustoffes wird für die schön zu-

- 1 = Haselgebirgsschubstreifen  
2 = Wettersteinkalk  
3 = Hauptdolomit und Plattenkalk  
4 = Kössener Sch.  
5 = rote Liaskalke  
6 = Hornsteinkalke  
7 = Aptychenkalke  
x = Zertrümmerungszonen von 3

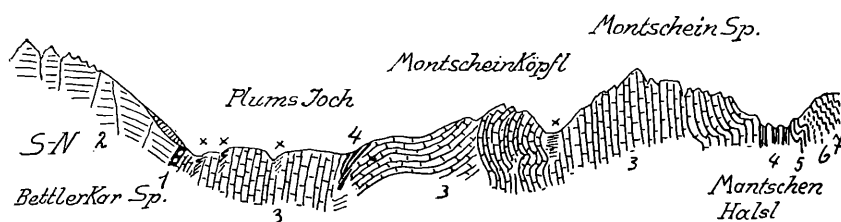


Fig. 52.

gespitzte Montscheinspitze verbraucht, die nach N zwei zackige längere Seitenkämme entsendet, zwischen denen der tiefe und regelmäßige Hohlraum des Montscheinkares eingesperrt liegt.

Dieses Kar ist eines der regelrechtesten des ganzen Karwendelgebirges und wird von einer mächtigen, deutlich rückfälligen Felsschwelle gegen den ebenen Boden des Hochleger der Hinterschleimsalpe abgeschlossen. Auf dieser Felsschwelle lagern feingegliederte Moränenwälle der Schlußvereisung.

Die Seitengrater der Montscheinspitze offenbaren sehr schön den Zusammenschluß des mächtigen Hauptdolomitgewölbes mit der nördlich anschließenden Jurakreidemulde. Dieser Zusammenschluß vollzieht sich nicht mit ebenen, sondern mit stark verbogenen Schichtlagen. Anscheinend greifen diese lebhaften kleinwelligen Verbiegungen aber nicht weiter in die Tiefe hinab. Es ist dies für das ganze Hauptdolomit-Bergland eine bezeichnende Erscheinung.

Wir begegnen mehrfach in der Höhe Mulden und Sättel, die leicht auf steilgestellten Schichtmassen ruhen.

Diese lebhaft gefalteten Schichten bilden aber keineswegs etwa eine darübergeschobene höhere Decke. Vielmehr klingt diese Faltung bergewärts ziemlich regelrecht aus. Entweder war hier ursprünglich doch eine tiefergreifende Faltung vorhanden, die dann in der Tiefe durch heftigen Druck wieder ausgelöscht wurde oder es ist doch eine höhere, heute ganz zerstörte Schubmasse darübergewandert, welche die obersten Schichtlagen etwas mitgeschleppt und gefaltet hat.

Die zweite Erklärung ist wahrscheinlicher als die erste. Sie kann insofern eine tektonische Bedeutung gewinnen, als ja die Nordgrenze der Inntaldecke noch immer nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

Wenn man Fig. 53 betrachtet, so kommt man leicht zu der Einsicht, daß die Nordgrenze der Inntaldecke hier ein rein zufälliger Erosionsrand ist. Wie weit dieser Steilrand zurückgewittert ist, kann derzeit noch nicht bestimmt werden.



Fig. 53.

Innerhalb der Juraschichten legt sich dann das Einfallen der Schichten, das im Anschluß an den Hauptdolomit an der Nordseite der Montscheinspitze von S gegen N gerichtet ist, zur Überkippung über. Diese Überkippung erreicht dann ihr Maximum in dem Kreidekerne. Dieselbe Beobachtung kann man auch an dem Kreidekern der Gütenbergmulde machen.

Die Jurakreidemulde hat an der Nordseite der Montscheinspitze eine Breite von nahe 3 km, wobei etwa  $\frac{1}{4}$  auf die Neokommargel entfällt. Die größte Masse wird von hornsteinführenden, ziemlich dick geschichteten Oberjurakalken beigestellt.

An dem westlich benachbarten Kamme, der vom Kompar aus über Eiskönig—Kuppel gegen Pletzboden hinauszieht, sind so ziemlich dieselben Schicht- und Bauverhältnisse zu erkennen.

Auch hier stellt der Hauptdolomit in seinen unteren Anteilen eine gewaltige Masse von steilgestellten Platten vor.

Der südliche Abschnitt dieses Kammes ist noch auf Fig. 51 gut einzusehen.

Wendet man seine Aufmerksamkeit von der Montscheinspitze gegen O, so hat man das Gebiet der großen Muldenbiegung schon nahe vor sich liegen. Das Schichtstreichen hält noch über das Schleimsjoch bis zur Überschüßalpe in gerader Richtung an. Dann beginnt der Einsatz der scharfen Abbiegung.

Am Schleimsjoch, Fig. 54, ist von der Altfläche des Plumsjoches nichts mehr da. Die Altfläche ist dagegen westlich von der Jochfurche am Kelberg gegen die Montscheinspitze zu noch in ansehnlichen Stücken vorhanden. Das Joch verläuft in einer flachen Talrinne, in der die Rippen der Rätkalke wie mächtige Eisenbahnschienen hervortreten. Wegen der undurchlässigen Kössener Mergel ist ein mittlerer Streifen der Jochfurche versumpft. Bei der östlich

- 1 = Hauptdolomit
- 2 = Plattenkalk
- 3 = Kössener Sch.
- 4 = rote Liasammonitenkalke—Krinoidenkalke
- 5 = rote, dünnsschichtige, streifige Hornsteinkalke mit blauen Manganklüften, zerfallen bröckelig
- 6 = weiche Fleckenmergel

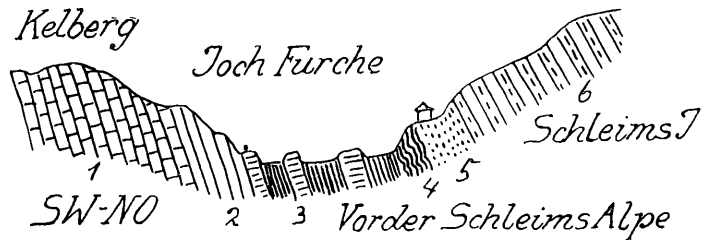


Fig. 54.

benachbarten Überschüßalpe finden wir dann die einst wegen ihres Reichtums an Ammoniten einer Unterliasfauna berühmte, heute aber völlig ausgeraubte Rote Wand.

Von dieser Wand sind, wie Fig. 55 erläutert, zwei Schollen abgeglitten, so daß sich derselbe rote Kalk hier dreimal wiederholt. Unter der Liaswand zeigen die reichentwickelten Kössener Schichten eine kräftig ausholende S-förmige Falte.

Diese schöne Kössener Falte liegt zwischen Roter Wand und Juchtenkopf, der aus Plattenkalk und Hauptdolomit besteht.

Fig. 55.

Von der Liasammonitenbank a sind 2 Schollen b und c staffelartig abgeglitten.

Fig. 56.

Fig. 56.

- 1 = Hauptdolomit
- 2 = Plattenkalk
- 3 = Kössener Sch.
- 4 = Liasammonitenbank
- 5 = rote und grüne Hornsteinkalke
- 6 = Kalklagen — sandige Mergel — grüne Hornsteinlagen
- 7 = dünnsschichtige graue Kalke mit schmalen Hornsteinlagen
- 8 = Hornsteinbreccien
- 9 = dickbankige graue Kalke mit Hornsteinknauern
- 10 = lichtgraue Kalke mit Hornsteinlagen und dünnsschichtige weiche neokomähnliche Mergel.

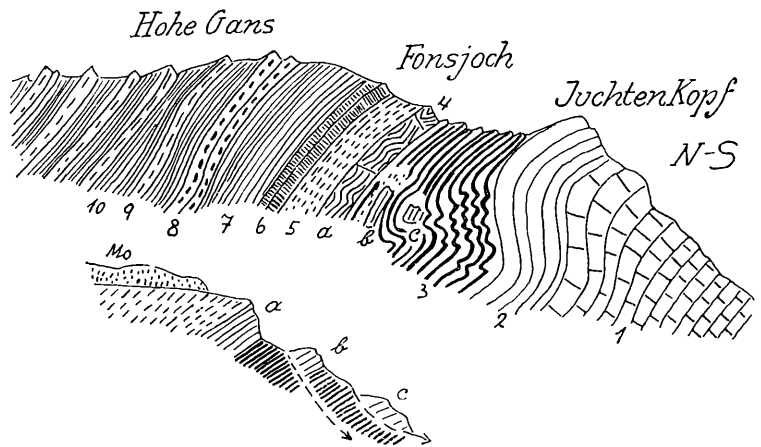


Fig. 55.

Von diesem Kopf strebt nun ein hoher und scharfkantiger Grat aus Juraschichten bis zum Sattel des Gröbner Halses, wo Neokomkreide vom Unteraul her die Kammhöhe erreicht.

An diesem Kamme vollzieht sich nun die Umschwenkung der Kreidemulde aus dem O—W- in ein N—S-Streichen. Dieses Umschwenken geht aber ziemlich allgemach vor sich. Im Bereiche der Hohen Gans ist das Streichen noch O—W mit einem steilen Einfallen gegen N. Erst weiter nördlich legen sich die Oberjurakalke um, so daß sie im Bereiche der Schröckenspitze parallel mit dem Grat streichen und steil gegen W zu einfallen.

Im folgenden werden nun entlang des Kammes vom Juchtenkopf bis zum Gröbner Hals einige charakteristische Querschnitte vorgelegt.

Ich beginne mit einer Ansicht des Gratstückes vom Juchtenkopf über die Hohe Gans, Fig. 56.

Hier ist die Schichtfolge vom Plattenkalk aufwärts gut gegliedert und abwechslungsreich ausgebildet. Sehr mächtig sind die Kössener Schichten und die Oberjurakalke vertreten. Im Vergleich mit dem benachbarten Sonnwendgebirge ist es von Interesse, daß sich am Gipfel

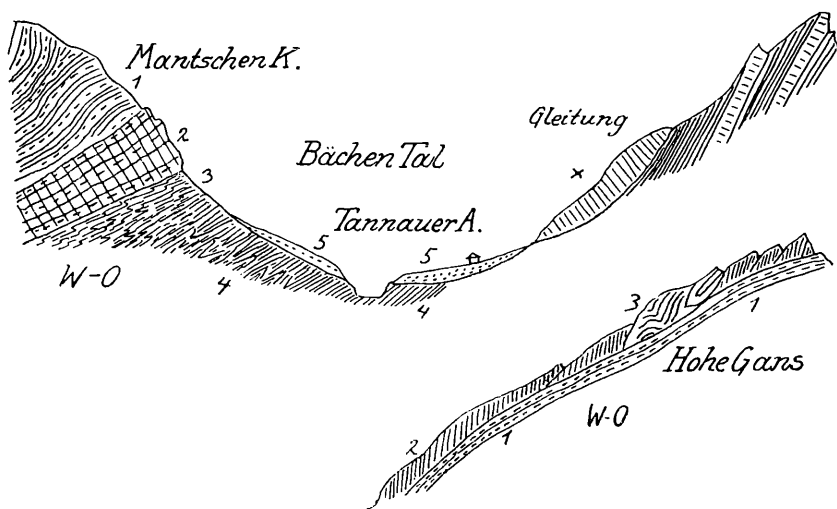


Fig. 76.

Fig. 57.

- 1 = dünn-schichtige graue Jurakalke mit schmalen Hornsteinlagen
- 2 = Hornsteinbreccien, dickbankig
- 3 = Faltzeichnungen auf den Schichtplatten von 2.

Fig. 76.

- 1 = feinschichtige Oberjurakalke mit Hornsteinen
- 2 = dickbankige Oberjurakalke und Hornsteinbreccien
- 3 = Aptychenkalk
- 4 = Neokommargel
- 5 = Grundmoräne
- x = Hanggleitung einer Scholle von Oberjurakalken.

Fig. 57.

der Hohen Gans dicke Bänke von Hornsteinbreccien einstellen. In dem kalkigen Zement sind eckige, rote und graue Kalkbrocken sowie dunkle und helle Hornsteinstückchen eingeschlossen.

Weiter weisen diese dickbankigen Kalke und Hornsteinbreccien eine ziemlich intensive lokale Faltung auf, welche Fig. 57 zur Anschauung bringt.

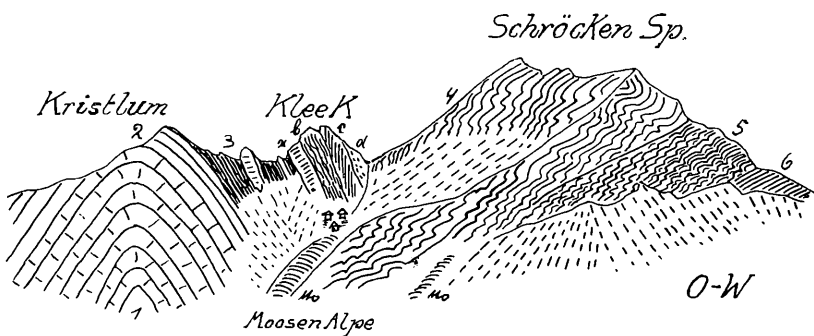


Fig. 58.

- 1 = Hauptdolomit
- 2 = Plattenkalk
- 3 = Kössener Sch.
- 4 = lichte Kalke mit grauen Hornsteinbändern und Knauern
- 5 = dünn-schichtige Aptychenkalke
- 6 = Neokommargel
- a = dicke rote Kalkbank
- b = rote Knollenkalke — Krinoidenkalke
- c = ziegelrote, weiche abfärbende Mergel
- d = graue, grüne, gelbliche, oft quarzitisches Mergel und Sandsteine.

Es ist nun wahrscheinlich, daß die hier sichtbare Faltung, welche sich übrigens auch in dem Liasbande der Roten Wand erkennen läßt, erst nach der Steilstellung der Schichten eingetreten ist.

Für diesen Gedanken spricht auch eine Gleitung, die weiter nördlich an demselben Steilhange eingetreten ist und auf Fig. 76 dargestellt erscheint. Hier sind den lichtgrauen Oberjurakalken mit Hornsteinlagen bereits weiche, dünnblättrige Mergellagen eingeschaltet, welche die Nähe des Neokoms verraten.

Eine Ansicht der Schröckenspitze samt dem Querkamm zur Khristlumlhöhe bringt dann Fig. 58. Hier erkennt man deutlich die gegen die Kammhöhe hin stark gesteigerte Faltung der Oberjurakalke und ihre Überkippung auf die Neokommargel des Gröbner Halses. Am Khristluml-Querkamm haben wir noch den steilen Sattel von Plattenkalk und Hauptdolomit sowie die regelrechte Einschaltung von Kössener Schichten—Lias—roten Hornsteinkalken.

Weiter nördlich am Kamme der Hochplatte erscheint die ganze Schichtgruppe von Kössener Schichten—Lias—roten Hornsteinkalk bereits durch einen mächtigen Vorstoß von O gegen W zu umgeworfen und überfahren.

Fig. 59 legt zum Beweise einen Querschnitt des Kammes der Hochplatte und ein Detailbild der Gipfelstruktur vor.

Der Hauptteil dieses Kammes von Fig. 59 besteht aus Hauptdolomit, welcher auf Neokom und dünn gewalzte Aptychenkalke vorgeschoben liegt. Vergleicht man die Fig. 58—59, welche zueinander angenähert parallel verlaufen, so fällt die Wucht des von O gegen W gerichteten

- 1 = Hauptdolomit, gut geschichtet
- 2 = Hauptdolomit, schlecht geschichtet
- 3 = rätischer Kalk
- 4 = Block von 3
- 5 = rote Hornsteinkalke
- a = Oberjurakalke
- b = Aptychenkalke
- c = Neokommargel.

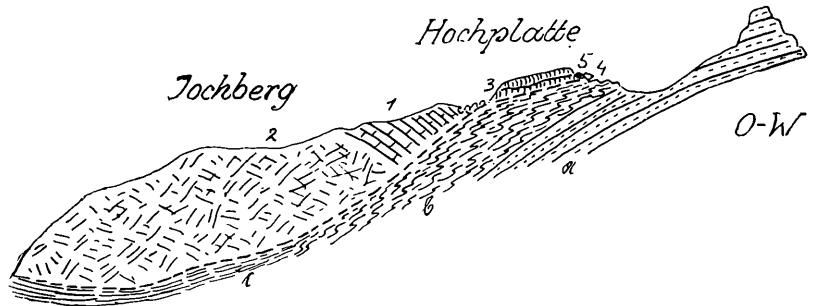


Fig. 59.

Vorstoßes sofort auf. Derselbe hat nicht nur die Schichten umgeworfen und entwurzelt, sondern auch ganz beträchtlich weit glatt vorgeschoben.

Wir schreiten weiter gegen O vor und haben uns hier mit dem Kamme Seeberg—Seekarspitze und der Gegend Basilalpe—Oberautal zu beschäftigen.

Auflösung der großen Masse von Hauptdolomit in 4 lokale kleinere Schubkörper, I—IV. I umfaßt wahrscheinlich außer dem Hauptdolomit noch Anteile von Raibler Sch.

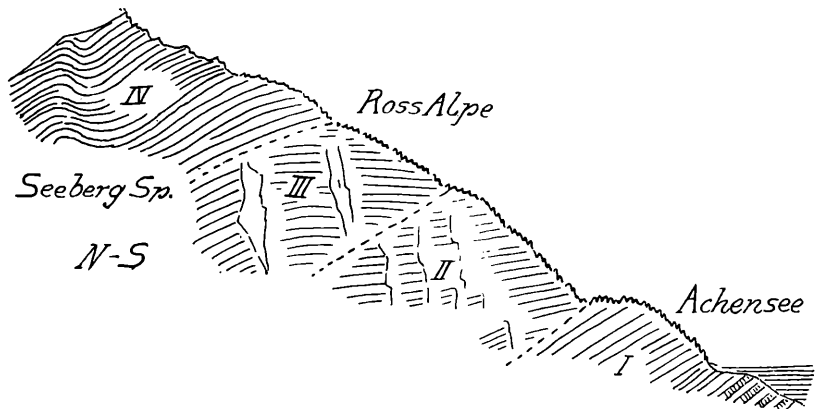
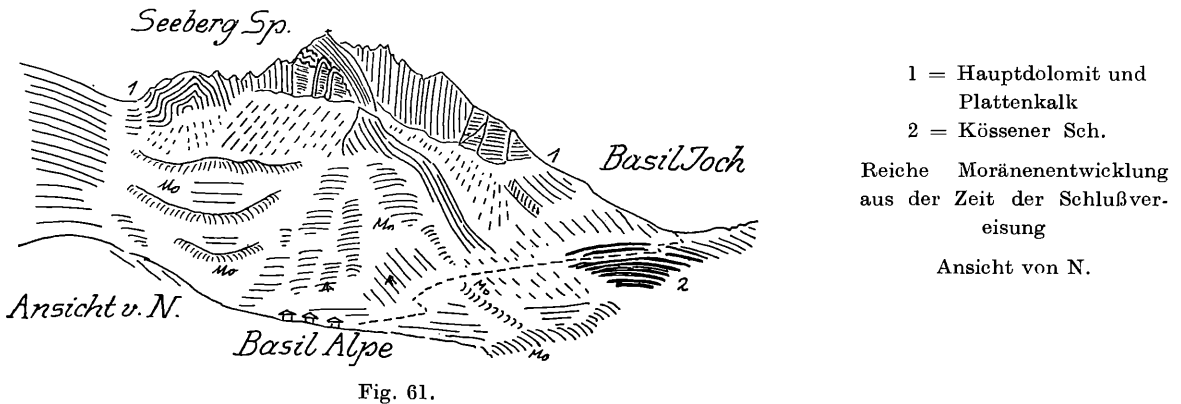


Fig. 60.

Der Kamm Seebergspitze—Seekarspitze ist der hohe Westbegleiter des Achensees und nur durch diese blaue Wasserstraße von dem Sonnwendgebirge getrennt. Der mächtige Kamm wird allein von Hauptdolomit und Plattenkalk aufgebaut, da die jüngeren Schichten in der tiefen Mulde der Basilalpe zurückbleiben. Das Streichen erfolgt zur Hauptsache in N—S und das Einfallen gegen W.

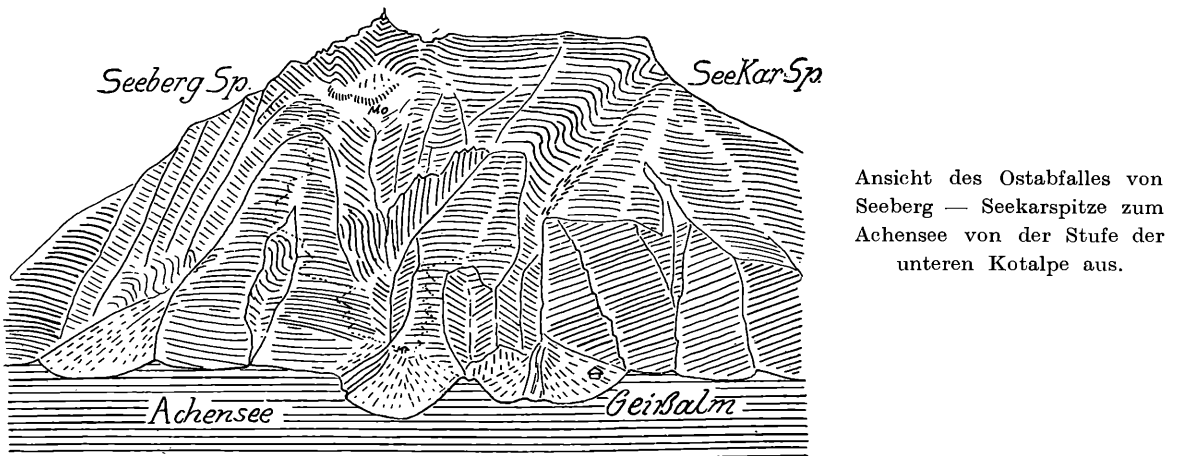
Der Aufbau dieses im Material so einheitlichen Kammes ist komplizierter, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Steigt man von Pertisau gegen die Seebergspitze empor, so begegnet man der Aufschlußreihe von Fig. 60.

Der Schnitt hat seine Laufrichtung von SO gegen NW. Die Mächtigkeit der hier austreichenden Hauptdolomitschichten beträgt gegen 4 km. Die einfachste Erklärung für diese gewaltige Mächtigkeit bietet die Annahme einer dreifachen Überschiebung. Prüft man diese Annahme im Gehänge in der Hoffnung, vielleicht an den Schubflächen verschleppte jüngere Schichtteile oder Schubfaltungen zu entdecken, so hat man keine Fundfreude. Ich konnte an den hier vorhandenen Fugen, die als Schubflächen etwa in Betracht kommen, nichts als Zertrümmerungsstreifen entdecken.



Faltung tritt im Leib der Seebergspitze erst ganz oben in Erscheinung, hier allerdings in sehr lebendiger Form.

Fig. 61 entwirft ein bescheidenes Bild dieser schwungvollen Gestaltungen. Das Kammstück gegen die Seekarspitze hinüber ist von einfacherem Bau. Gegen W schießen hier mächtige, von gekreuzten Klüften zerschnittene Platten hinunter.



Am Gipfel der Seekarspitze kommt wieder ein schöner Faltenschwung zur Geltung.

Der von tiefen Schluchten aufgerissene Abfall dieses Kammes gegen den Achensee zeigt eine schräg von der Seekarspitze herabstreichende Zone von kräftiger Überfaltung. In der Ansicht von Fig. 62, welche von der Schulter des Unterlegers der Kotalpe aufgenommen wurde, tritt dieser stark gefaltete Streifen deutlich hervor. Dieses schräge Faltenband hat mit der vermuteten mehr flachen Aufschiebung im Leib der Seebergspitze nichts zu tun. Wohl aber ist die hier zur Bauverwendung gekommene spitzwinkelige Faltung ebenfalls wohl befähigt, die scheinbare Mächtigkeit der Hauptdolomitmasse zu vergrößern.

In den untersten Hängen des Hauptdolomits der Seebergspitze sind mehrere Lager von bituminösen Schiefern eingeschaltet. Dieselben waren auch längere Zeit Gegenstand von stollenmäßigem Abbau, der von Martin Albrecht in Pertisau betrieben wurde.

Von dem Steilgehänge des Seeberg—Seekarspitzenkammes ist zwischen Breitlahn- und Geisalmgraben ein mächtiger Teil des Gebirges gegen die Furche des Achensees zu herausgeglitten, Fig. 63. Diese Gleitung hat sich nicht zu einem Bergsturz verwandelt, sondern ist nach einer kurzen Abwärtsbewegung wieder zu einem vorläufigen Stillstand gekommen. Schräg

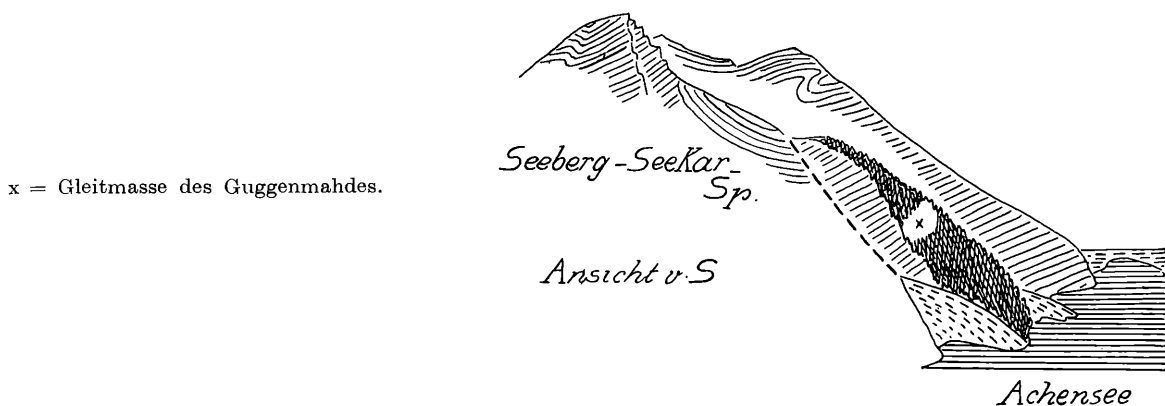


Fig. 63.

gegenüber finden wir dann die Gleitung der Kotalpen, welche eine beträchtlich größere Massenbewegung hervorgerufen hat. Auch diese Gleitung, in deren untersten Felsen der Tunnel der neuen Autostraße steckt, hält derzeit eine Ruhestellung ein.

Ich habe diese Gleitformen bereits im Jahre 1939 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften beschrieben.

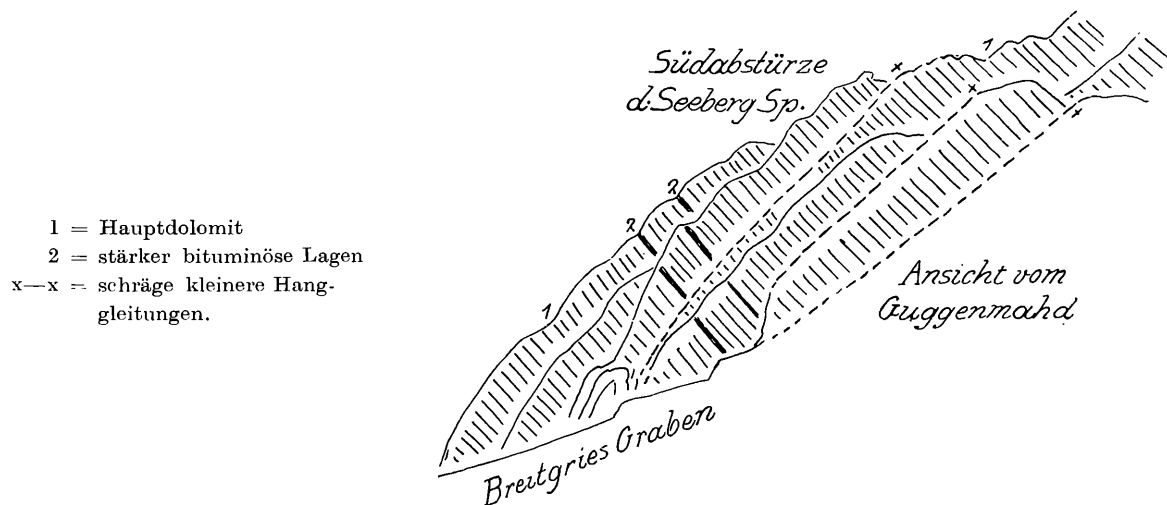


Fig. 64.

Außer diesen großen Gleitmassen zeigen sich aber die steilen Felshänge der Seebergspitze gegen den Achensee zu von zahlreichen Zerreißen zerteilt, die, wie Fig. 64 lehrt, schmalere schuppenartige Schichtpakete abgegliedert haben. Auf der Westseite des Seeberg—Seekarspitzenkammes finden wir die Almweite der Basilalpe, welche durch den lichtwandigen Kamm des Schoberkopfes und der Wildkirche in zwei Hälften zerlegt wird. Dieser Kamm besteht aus oberrätischem Kalk, an welchen sich an der Ostseite die mergelreichen Kössener Schichten, an der Westseite schöne rote Liaskalke und Hornsteinkalke anschmiegen.

Fig. 65 geht den Einzelheiten dieser Schichtfolge nach. Der oberrätische Kalk des Schoberkopfes zeigt eine für das Karwendelgebirge ungewöhnlich große Mächtigkeit. Von seinen Wänden sind zahlreiche, oft sehr große Blöcke abgestürzt, die mit Zundern und Alprosen einen wunderbaren Irrgarten herumschlingen. Eine große, abgespaltene Felssäule wird als Wildkirche bezeichnet.

In der Umgebung der Basilalpe sind die obersten Moränenwälle der Schlußvereisung ausgezeichnet entwickelt und unversehrt erhalten. Von drei Seiten, von der Seebergspitze, der Seekarspitze und vom Juchtenkopf, drängen sich ihre Halbmonde gegen den flachen Alp-boden vor. Wir zählen etwa zehn wohlausgebildete Halbringe.

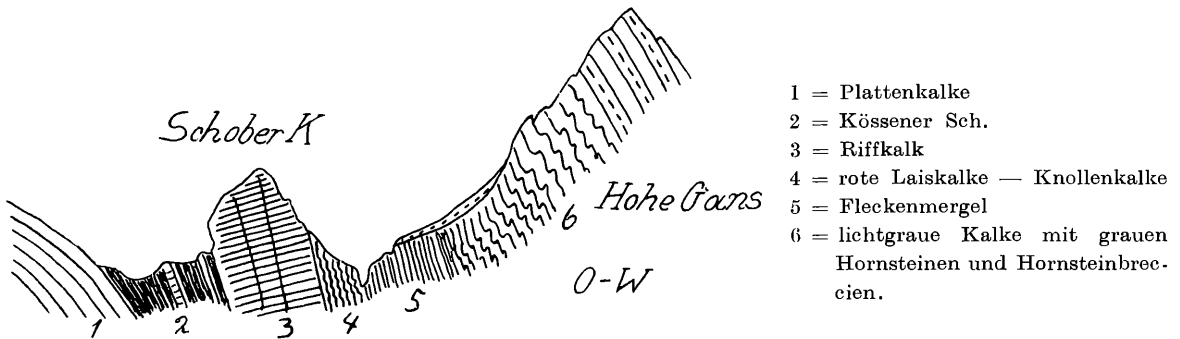


Fig. 65.

Von der Basilalpe abwärts treffen wir im Oberautal zunächst viel grobes Blockwerk, besonders an der Ost- und Nordseite des Schoberkopfes. Erst unterhalb der Schrambachalpe stellt sich dann an der Südseite des bereits ganz flachen Tales eine mehr als  $1\frac{1}{2}$  km lange mächtige Schuttmasse ein. Sie verrät ihre eiszeitliche Abkunft durch einige Querwälle. Offenbar haben wir hier Reste von der Endmoräne des lokalen Oberautalgletschers vor uns, welcher nahe an die 1000-m-Linie herabstieg, ohne aber das Achenseetal ganz zu erreichen.

Auf den beiden steilen Hauptdolomitrücken, welche das Oberautal im N wie im S begleiten, steigen die kristallinen Blöcke und Geschiebe des Inntalgletschers bis zirka 1300 m Höhe an.

Es ist also der lokale Oberautalgletscher mindestens 300 m unter die erratische Grenze des Inntalgletschers der Würmeiszeit herabgestiegen, womit auch hier wieder die völlige Selbstständigkeit der Schlußvereisung gegenüber der Würmeiszeit im Karwendelgebirge bewiesen wird.

### Westteil des Sonnwendgebirges.

Nach dem Zuschnitt der Karwendelkarte fällt nur ein kleiner Teil des Sonnwendgebirges noch in ihren Rahmen.

Eine Neuaufnahme dieses Gebirges war nicht geplant, da für dieses Gebiet die im Jahre 1934 erschienene Karte im Maßstab 1:10.000 von E. Spengler eine Genauigkeit der Angaben bietet, welche mit einem soviel kleineren Kartenmaßstab nicht überboten werden kann.

Die Karwendelkarte reicht aber im N etwas über die Sonnwendkarte hinaus. Hier war noch eine Ergänzung nötig. Außerdem bin ich auch im Sonnwendgebirge den Fragen der Bergzerreißung und der Schlußvereisung etwas genauer nachgegangen, als dies seinerzeit im Interesse von E. Spengler gelegen hatte.

Den Sockel des Sonnwendgebirges bildet entlang des Achensees ein Felsgerüst von Hauptdolomit. Da die Fläche des Achensees nur eine durchschnittliche Breite von  $\frac{3}{4}$ —1 km besitzt, ist es nicht verwunderlich, daß die Struktur des Seeberg—Seekarspitzenkammes im gegenüberliegenden Sockel des Sonnwendgebirges ihre unmittelbare Fortsetzung findet.



Das Sonnwendgebirge steht also über den Nordteil des Achensees mit dem Karwendel-Vorgebirge in unmittelbarem Zusammenhang. Zu dem Karwendel-Hochgebirge liegt indessen ein ganz anderes Verhältnis vor.

An seiner Südseite erscheint das Sonnwendgebirge kräftig gegen das Inntal zu herabgebeugt und die Scholle der Ebnerspitze auf dasselbe hochgeschoben. Diese Scholle beginnt mit Haselgebirge-Rauhwacken-Reichenhaller Kalken. Die Hauptmasse und den Gipfel liefert der Wettersteinkalk, welcher südseitig auf der schönen Schulter der Astenau alpe noch bescheidene Reste von Raibler Schichten trägt.

Zwischen dieser Triasscholle und dem Sonnwendgebirge sind nun die schon den alten Geologen wohl bekannten, fossilführenden Gosauschichten des Schichthalses eingeklemmt.

Fig. 66 entwirft einen Querschnitt von der Ebnerspitze über den Einschnitt des Schichthalses bis zum Gipfel des Haiderjochs, der die wichtigsten Angaben über den Zusammenstoß

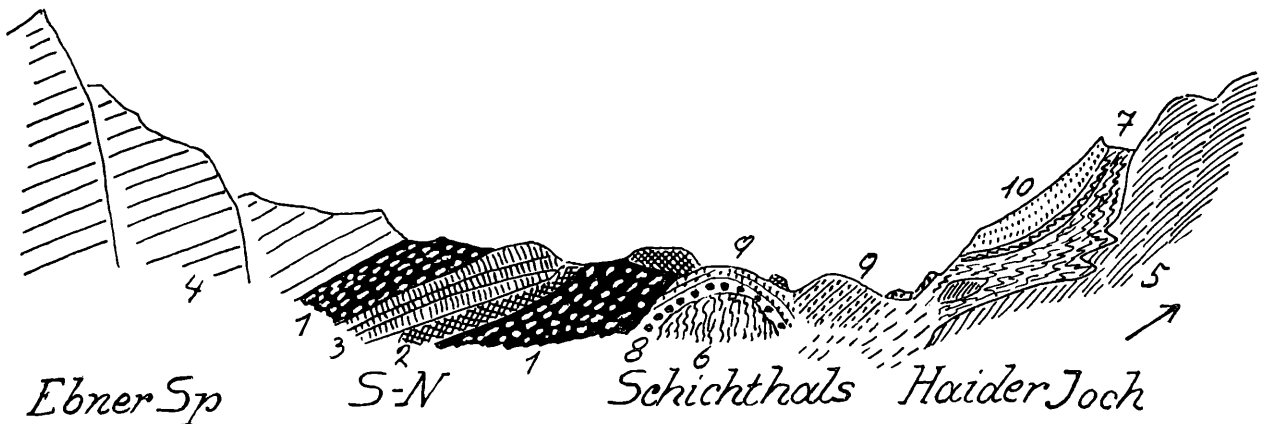


Fig. 66.

- 1 = Buntsandstein und Haselgebirge
- 2 = Rauhwacken
- 3 = Muschelkalk
- 4 = Wettersteinkalk
- 5 = Riffkalk
- 6 = rote und grüne Aptychenkalke
- 7 = rote und grüne Radiolarien-Sch.
- 8 = grobes, rotzementiertes Konglomerat
- 9 = graue Gosausandsteine mit polierten exotischen Geröllen und Fossilien
- 10 = Spenglers „Schichthalsbreccie“.

dieser beiden Gebirge enthält. Wir haben eines der baugeschichtlich inhaltvollsten Profile der Ostalpen vor uns, mit dem ich mich schon im Jahre 1908 eingehend beschäftigt hatte. Auch E. Spengler hat diesen Aufschlüssen seine Aufmerksamkeit gewidmet.

Mehrere Erscheinungen sind an diesem Profile, das noch durch ein Detailbild des Absturzes des Haiderjochs, Fig. 67, vervollständigt werden soll, recht merkwürdig. Durch eine große tektonische Gewalt wurde hier die Scholle der Ebnerspitze mit ihrer Alttriasscholle gegen das Sonnwendgebirge an- und aufgeschoben. So entstand eine unmittelbare Nachbarschaft der ältesten Gesteine des Karwendelgebirges mit den jüngsten des Sonnwendgebirges.

Bei diesem Vorgang wurden auch die Gosauschichten kräftig zu einem steilen Sattel verbogen. Der Kern dieses Sattels besteht aus grünlichen-rötlichen Aptychenkalke. Auf ihnen lagert ein blutrotes Konglomerat mit wohlgerundeten, oft kopfgroßen Geröllen aus dem weißen Riffkalk des Sonnwendgebirges.

Erst darüber setzen die graugrünen, milden und fossilführenden Gosausandsteine ein. Sie sind durch die Führung von kleineren, prächtig geglätteten exotischen Geröllen ausgezeichnet.

E. Spengler hat versucht, dieses rote Konglomerat von den Gosausandsteinen als eine ältere Bildung abzutrennen und dies auch durch eine Namengebung zu bekräftigen. Er führte dafür die Bezeichnung „Schichthalsbreccie“ ein.

Meiner Erfahrung nach haben wir darin eine lokale grobe Konglomeratbildung an der Basis der Gosauschichten vor uns, die sich unter den Gosausandsteinen tief in den Maurachgraben hinab verfolgen läßt. Die enge Faltung der Gosauschichten ist nur auf den Schichthals beschränkt. Der weitaus größere Teil der Gosauschichten zeigt nur flache, gegen Maurach zu abfallende Lagerungen.

Die im N vom Schichthals schroff gegen das Haiderjoch aufstrebende Wand ist eine Werkstätte lebendigsten tektonischen Schaffens, was Fig. 67 nur bescheiden anzudeuten vermag.

Die Grundfläche der sichtbaren Bewegungen stellt eine steile, gewölbte Schubfläche vor, welche den Riesenklotz aus weißem Riffkalk zugeschiffen hat. An der östlichen Kante liegt auf dieser glatten Krümmung eine Masse von weißem Riffkalk, die völlig in Blockwerk aufgelöst ist. Diese tektonische Trümmermasse wird durch eine lotrechte Bahn gegen eine große Masse von Riffkalk abgegrenzt, in der eine horizontale Bewegungsfuge eingeschaltet liegt.

Begibt man sich von dieser Bergkante gegen W, so gelangt man in einen Bereich der großen Schubfläche, wo in ihren Einmündungen heftig verfaltete rote und grüne Radiolarienschichten eingepreßt liegen. Dieselben ruhen unmittelbar auf der geschliffenen Schubfläche mit allen Anzeichen lebhaft bewegter Vergangenheit.

Da im Sonnwendgebirge mit großer Regelmäßigkeit die weißen Riffkalke von roten oder gelben Liaskalken überlagert werden, so ist zu schließen, daß diese charakteristische Schichtzone hier völlig fehlt. Sie kann nur tektonisch abgeschoben und so lokal ausgelöscht sein. Daraus ist zu entnehmen, daß die Aufschiebung der Radiolarienschichten doch über eine längere Wegstrecke erfolgt sein dürfte.

Die große Schubfläche ist vielfach nicht einfach, sondern zeigt mehrere sich übergreifende Flächen. Die geschliffenen Flächenstücke liegen auf dünnen Gesteinsschuppen, die wie Dachziegel sich übergreifen. Es kommen auch Stellen vor, wo die unterste Bahnfläche eine Hohlkehle beschreibt. Oft sind dann solche ausgeschliffene Hohlkehlen mit Gesteinslinsen ausgekleidet, die ihrerseits von einer höheren Schubfläche überschritten werden. So ist die große Schubbahn geradezu ein Geflecht von mehr oder minder parallelen, welligen, sich gegenseitig ablösenden Bewegungsflächen.

Die Hauptbewegungsrichtung wird von Schubrinnen bezeichnet, die ungefähr senkrecht wie Wasserrinnen über die Steilwand herabziehen. Es kommen aber an geschützten Stellen offenbar ältere, schräg von O gegen W abfallende Schubstreifen vor.

Über den grünlichen und rötlichen Radiolarienschichten, welche im großen gesehen deutlich eine steile Mulde bilden, lagern wieder grobe Konglomerate, die hier aber nicht mehr von Gosausandsteinen eingedeckt werden. Es ist nun wahrscheinlich, daß die Gosausandsteine hier nur weggewittert sind.

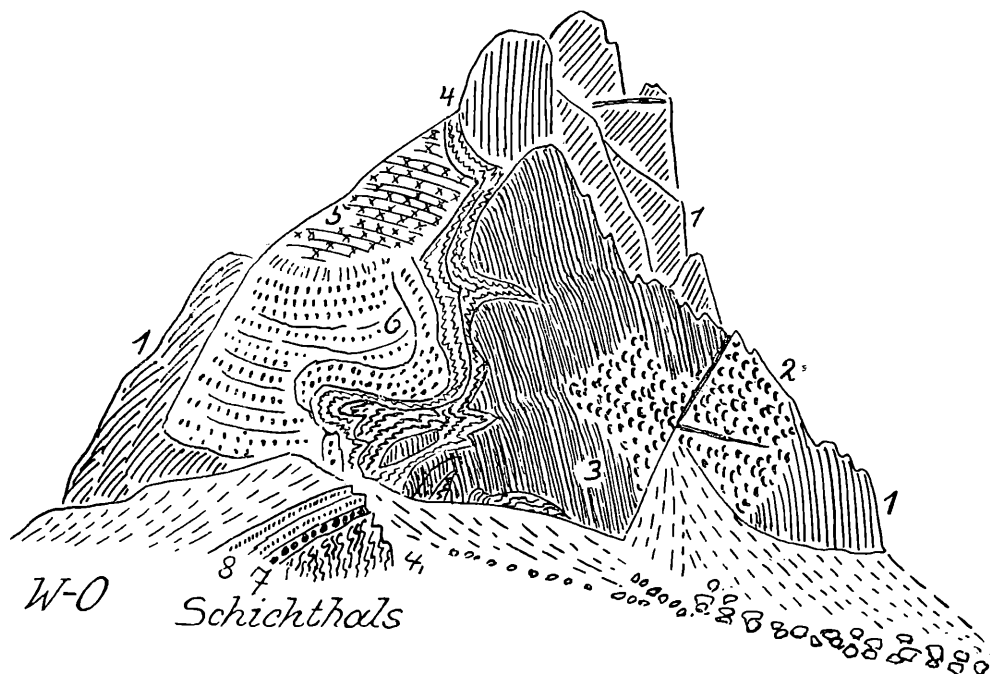
In diesem Falle hätten wir mit einer größeren Ausdehnung der Gosauablagerungen zu rechnen, die hier zusammen mit den Radiolarienschichten abgeschert und dem weißen Riffkalk aufgeschoben wurden.

Wenn wir die tektonische Abrechnung aufstellen, so haben wir auf dem weißen Riffkalk zunächst die Ausbildung der großen Schubbahn, die tektonische Auslöschung eines Streifens von roten Liaskalken und die Aufschiebung von Radiolarien Sch. samt der darauf transgredierenden Gosau.

Auf die Gosausandsteine des Schichthalses sind dann noch Schollen von Rauhwacken aufgeladen. Wir haben es also mit einem zweiteiligen Überschiebungsvorgang zu tun. Der Vorgang braucht aber nicht zeitlich getrennt zu sein.

Vielmehr ist es möglich, daß die beschriebenen Wirkungen im Zuge einer und derselben Vorrückung entstanden sind. Das Ausmaß des Vorschubes der Scholle der Ebnerspitze braucht nicht groß zu sein. Eine Vorwanderung von etwa  $1\frac{1}{4}$  km würde hinreichen, um die ables-

baren Verschiebungen in ihre Ausgangslage zurückzuführen. Freilich ist dies nur ein Mindestbetrag, der leicht auch erheblich größer gewesen sein kann. Führt man die Konstruktion der Ausgleichung des Aufschubes zwischen der Scholle der Ebnerspitze und dem Sonnwendgebirge durch, so erhält man eine bedeutende Tiefschaltung der Ebnerspitze. Diese Tiefschaltung ist angesichts der Sachlage, daß das Sonnwendgebirge noch eine Krone von jungen Schichten trägt und also viel weniger Abtragung als die Triasscholle der Ebnerspitze erlitten hat, schwer verständlich. Einen Ausweg könnte die Vorstellung vermitteln, daß das Sonnwendgebirge zur Zeit der Aufschiebung noch wesentlich tiefer lag und erst später höher gehoben wurde.



*Ansicht des Houlderjochs v. S*

Fig. 67.

- |   |  |
|---|--|
| 1 = Riffkalk                                    | 5 = Hornsteinbreccie                                       |
| 2 = Aufblockung von 1                           | 6 = Schichthalsbreccie                                     |
| 3 = gewaltige blankgeschliffene Schubwand aus 1 | 7 = grobes, rotzementiertes Konglomerat                    |
| 4 = heftig gefaltete Radiolarien-Sch.           | 8 = Gosausandsteine mit Fossilien und exotischen Geröllen. |

Die Scholle der Ebnerspitze gehört offenkundig räumlich und stofflich noch zum Karwendelgebirge.

Sie wird von ihm nur durch die Schuttverbauung des Kasbachgrabens getrennt, die zur Hauptsache aus interglazialen Schottern-Sand-Bändertonen der Innaufschüttung und Grundmoränen der Würmeiszeit besteht. Die Breite dieser trennenden Verschüttung beträgt bei Maurach etwa  $\frac{5}{4}$  km.

Trotz dieser geringen Breite ist die Verknüpfung mit dem Karwendelgebirge keine ganz durchsichtige. Auf der Westseite des Kasbachgrabens erhebt sich dieses Gebirge mit zwei großen Bergeinheiten. Im S haben wir das niedertauchende Stanserjoch und im N den steilragenden Bärenkopf. Zwischen diesen Hochheiten liegt der niedrige aus Alttrias bestehende Kamm Heiterlahn—Schwarzegg.

Über die innere Beschaffenheit dieses Gebirges sind wir durch die Aufschlüsse des Stollens des Achenseewerkes vorzüglich unterrichtet.

Die Achsenrichtung des Stanserjoches zielt nicht auf die Ebnerspitze, sondern südlich davon vorbei. Dagegen würde zum Kamm des Bärenkopfes als Verlängerung die Ebnerspitze ganz gut passen.

Die Schichtstellungen lassen sich aber auch hier nicht unmittelbar aneinanderfügen. Die Schichten des Bärenkopfes fallen steil gegen N und jene der Ebnerspitze weniger steil gegen S. Der Kamm des Bärenkopfes trägt eine Schubhaube aus Alttrias, während die Ebnerspitze noch einen Rest von Raibler Schichten auf der Schulter der Astenau alpe festhält.

Es ist also die Ähnlichkeit auch zwischen Bärenkopf und Ebnerspitze trotz räumlicher Nachbarschaft keine große. Man kann nun den Gedanken ins Auge fassen, daß die Ebnerspitze gar nicht zur Lechtaldecke, sondern zur Inntaldecke gehöre.

In diesem Falle würde ihre Fortsetzung im Karwendel zu den Alttriasmassen des Heiterlahn—Schwarzegg-Gebietes führen. Hier müßte man allerdings zu der Hilfsannahme greifen, daß in diesem niedrigeren Gebiete bereits die ganze Masse des Wettersteinkalkes abgetragen wurde und nur noch Teile der Alttrias übrig blieben. Von diesem Standpunkte aus hätte der Aufbau der Ebnerspitze die größere Ähnlichkeit mit dem Bau des Tristkopfes und der Schneeköpfe. Zum Tristkopf und auch zu den Schneeköpfen führt vom Schichthals aus eine scharf eingeprägte tektonische Leitlinie. Es ist der Überschiebungsrund der Inntaldecke und damit die Stoßgrenze der Alttrias gegen das Gebirge jüngerer Schichten. Wir haben diese Grenze in ihren Einzelheiten schon beschrieben, ohne aber auf ihre Beziehungen zum Sonnwendgebirge einzugehen.

Unsere Leitlinie ist doppelt ausgefertigt.

Zuerst durch die Alttriasgrenze und dann durch das Streichen der überkippten Kreidemulde des Gütenbergs und der Kössener Mulde des Plumsjoches. Die Verlängerung dieser Linie weist genau auf die tiefe Einsenkung des Schichthalses hin.

Parallel mit ihr verläuft die Stoßgrenze der Inntaldecke von den Schneeköpfen über Habichl—Achensee—Häuserer Bichl—Schichthals.

Diese Doppellinie ist in ihrem Verlaufe auffallend gerade und weicht von der O—W-Linie um einen spitzen Winkel von zirka  $15^\circ$  ab.

Infolgedessen würde sie sowohl den Nordrand der Inntaldecke als auch den Verlauf der großen Karwendelkreidemulde schneiden. Es kommt aber nicht zum Schnitt mit dieser Mulde, weil nach meiner Einsicht die Kössener Mulde des Plumsjoches noch im Bereiche des Kompar in die Luft aushebt.

Vertraut man der Führung dieser Doppellinie, so wird dadurch eine Verbindung zur Ebnerspitze mit Tristkopf oder Schneekopf unmittelbar nahegerückt. Die horizontale Entfernung zwischen Ebnerspitze—Tristkopf beträgt  $7.2\text{ km}$ , jene bis zum Schneekopf zirka  $12\text{ km}$ . Wir haben nun außer der Grenze der Alttrias auch noch die Möglichkeit, mit dem Kennzeichen der Gosauschichten einer genaueren Verbindung nachzuspüren. Leider haben die bisherigen Bemühungen in dieser Richtung wenig Erfolg gehabt. Es fand sich nur an dem Wege, der hinter dem Häuserer Bichl gegen Martinseben ansteigt, eine Spur von dünnblättrigen Sandsteinen und Mergeln, welche vielleicht zu den Gosau Sch. gehören. Es muß also weiteren Nachforschungen überlassen bleiben, ob sich jenseits des Achensees entlang an dieser Grenze noch Spuren von Gosauschichten entdecken lassen.

Wir haben bisher den nachgosauischen Anshub der Inntaldecke auf den Südhang des Haiderjoches untersucht. Dabei ist zu bedenken, daß im Karwendel der Aufschub der Inntaldecke auf die Lechtaldecke mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits in vorgosauischer Zeit eintreihen ist.

Wir sind aber im Karwendel zu einer räumlichen und zeitlichen Dreiteilung dieses Vorganges gekommen und es ist leicht möglich, daß auch hier der jüngste Vorstoß der Inntaldecke noch in nachgosauischer Zeit zur Auswirkung gelangte.

Der Vorstoß der Ebnerspitze hat sich nur auf den Steilhang des Haiderjoches beschränkt. An den höheren Stockwerken dieser mächtigen Auftürmung von vier Rollfalten konnte ich

keine Anzeichen einer Überwältigung durch die Triasmassen mehr verfolgen. Hier ist alles von zwei anderen Erscheinungsformen beherrscht. Die erste derselben ist die mächtige Überfaltung, welche fünf kleinere Rollfalten übereinander geladen hat. Die zweite gehört ins Reich der weit jüngeren Bergzerreißungen und zeigt sehr charakteristische und tiefgreifende Umformungen der ganzen Bergmasse. Die Rollfalten des Haiderjoches sind auf der Karte und den Profilen von E. Spengler eingehend und getreu verzeichnet.

Ich habe mich mit denselben im Jahre 1935 ebenfalls tektonisch beschäftigt und bin dabei zu einer abweichenden Deutung gelangt, welche Fig. 68 vorführen soll. Aus dieser Konstruktion läßt sich unschwer ablesen, daß die Lage dieser Rollfalten nicht durch einfache Zusammenschiebung erreichbar ist.

Man kommt im Gegenteil zur Einsicht, daß diese Falten keine Fortsetzung des östlich benachbarten Kammes des Sonnwendjoches sein können. Haiderjoch und Sonnwendjoch kehren ihre geschlossenen Faltenstirnen gegen W und können daher nicht miteinander verbunden werden. Es sind zwei selbständige Bauformen. Entweder kamen die Falten des Haider-

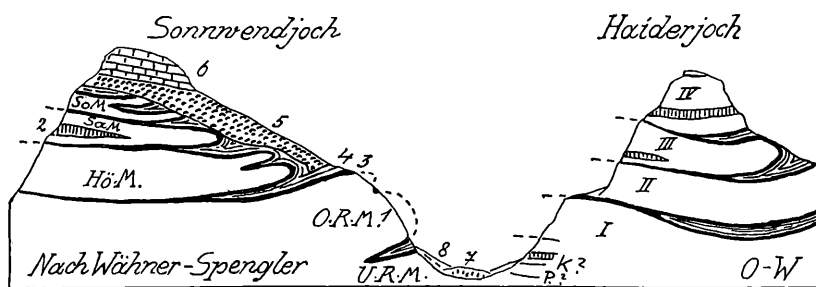


Fig. 68.

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| P = Plattenkalk              | 7 = Moräne                          |
| K = Kössener Sch.            | 8 = Hangschutt                      |
| 1 = Riffkalk                 | So. M. = Masse des Sonnwendjoches   |
| 2 = oberrätische Mergelkalke | Sa. M. = Masse des Sagzahns         |
| 3 = rote Liaskalke           | Hö. M. = Masse der Hörndlschneid    |
| 4 = Radiolarien-Sch.         | O. R. M. = Obere                    |
| 5 = Hornsteinbreccien        | U. R. M. = Untere                   |
| 6 = Oberjurakalke            | I—IV = Rollfalten des Haiderjoches. |

joches über jene des Sonnwendjoches herüber oder beide Bauwerke entstanden getrennt und wurden erst später durch Zusammenschiebung nachbarlich.

Diese Fragestellung hat für die Tektonik des Sonnwendgebirges große Bedeutung.

Dazu kommt noch der weitere Umstand, daß durch die Einlagerung der sogenannten Hornsteinbreccie eine offenkundige Zerteilung in seinem Aufbau verraten wird.

Wenn man die Karte von E. Spengler betrachtet, so sieht man, daß im Sonnwendgebirge vier große Zungen von Oberjuraschichten aufgelagert sind, welche nur ein geringes Ausmaß von Faltung zeigen. Darunter lagert die Hornsteinbreccie.

Von dieser wissen wir heute durch die Gefügeuntersuchungen von Bruno Sander, daß es sich um sedimentäre Bildungen handelt, die zum Teil nachträglich noch tektonisch beansprucht wurden.

Die paläontologischen Untersuchungen von Othmar Kühn haben weiter ergeben, daß die Hornsteinbreccie eine charakteristische verkieselte Korallenfauna in sich birgt. Erst unter der Hornsteinbreccie liegt dann die eigentlich lebendige Faltungszone, die von Riffkalk—bunten Liaskalken—Radiolarienschichten besetzt wird. Die Hornsteinbreccie ist nur geringfügig in diesen lebhaften Überrollungsbau einbezogen.

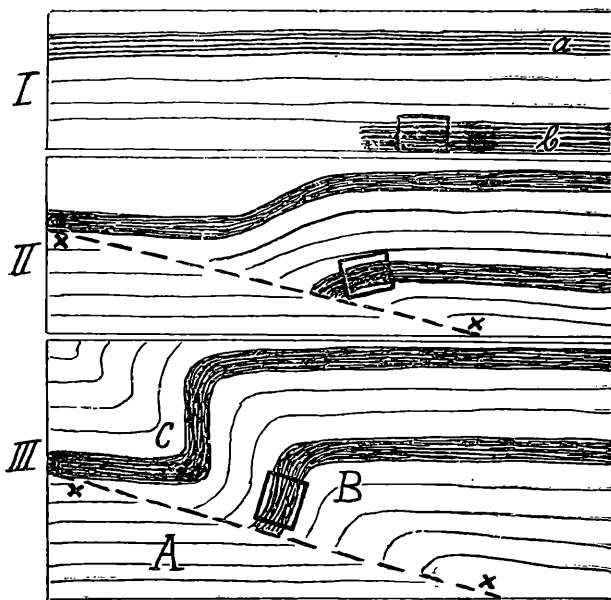
Die alte Erklärung der Hornsteinbreccie von Franz Wähner hat sich als völlig irreführend erwiesen. Er hielt die Hornsteinbreccie für eine tektonische Breccie, entstanden aus Gesteins-trümmern der Auswalzung und Zerreißung von überanstrengten Mittelschenkeln.

Die Hornsteinbreccie wurde aber erst den fertigen Rollfalten auf- und angelagert. Im Westgehänge des Kammes Rofanspitze—Sonnwendjoch hat E. Spengler auch profilmäßig die transgressive Auflagerung dieser Breccie auf stark erodierten Rollfalten abgebildet.

Mit Hilfe der Gefügeuntersuchungen von Bruno Sander ist die sedimentäre Entstehung der Hornsteinbreccie, für welche ich seit 1908 eingetreten bin, nun auch in allen Feinheiten nachgewiesen.

Man hat also im Sonnwendgebirge mit einer Reihe von großtektonischen Vorgängen zu rechnen. Erstlich mit der Bildung der Rollfalten, dann mit der Einschüttung der Hornsteinbreccien und der Ablagerung der höheren Jurasedimente, weiter mit leichten Faltungen. In einer längeren Pause trat nach tiefer Erosion die Einlagerung der Gosauschichten ein, auf welche die Trias der Ebnerspitze aufgeschoben wurde.

Von dieser Gosaeinlagerung sind heute im Sonnwendgebirge nur mehr kleine Reste erhalten, die aber deutlich beweisen, daß auch ihrer Ablagerung eine scharfe Erosion vorausgegangen ist.



I = ostwestliches Gebirgsstreichen mit  
2 Faltenzonen aus jüngeren Schichten  
= a—b

II = Eingreifen einer schrägen Verschiebung x—x, an welcher das nördliche Gebirge gegenüber dem südlich von O→W vorgeschoben wird

III = Endergebnis dieser Verschiebung:

A = Karwendelgebirge

B = Sonnwendgebirge

C = Knie der Kreidemulde

Der viereckige Ausschnitt soll die Lage des Sonnwendgebirges vor, bei und nach der Verschiebung andeuten.

Fig. 69.

Interessant ist, daß auch in den Gosausandsteinen noch die seltsam glatten exotischen Gerölle zu finden sind, welche in der östlich benachbarten Gosau des Brandenberger Tales Höhepunkte der Buntheit des Materials und des Reichtums der Exemplare erreichen. Ich habe darüber zusammen mit Theodor Ohnesorge im Jahre 1909 eine genauere Beschreibung geliefert.

Eine weitere Eigenart des Sonnwendgebirges besteht in dem starken Abweichen der Achsen der Rollfalten von der vorherrschend ostwestlichen Streichrichtung. Ich habe ebenfalls im Jahre 1908 schon auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht. Inzwischen bin ich aber zu der Einsicht gelangt, daß dieses Querstreichen wahrscheinlich mit der großen Knickung der Kreidemulde des Karwendels zusammenhängen dürfte.

Fig. 69 legt im Schema die Grundlinien eines solchen Zusammenhanges vor. Das Streichen der Faltenachsen weicht von der N—S-Richtung etwa um 5—10° ab.

Wir haben also eine klare Überfaltung von O gegen W vor uns. Eine solche O→W-Bewegung ist in den ganzen Nordalpen vom Wiener Becken bis zum Rheindurchbruch nachgewiesen worden. Nun ist aber diese großzügige O→W-Bewegung überall jünger als die S→N-Bewegung.

Das stimmt aber nicht für das Sonnwendgebirge. Hier müßte diese O→W-Bewegtheit der Rollfalten im Gegenteil wesentlich älter sein.

Wir haben also entweder zwei altersverschiedene O→W-Bewegungen oder die ältere derselben ist nur eine lokal verstellte S→N-Bewegung. Heute scheint mir das letztere die wahrscheinlichste Lösung dieser abweichenden alten Faltenrichtung.

Fig. 69 macht den Vorgang der Abbiegung der Kreidemulde durch die Eintragung einer Zwischenstellung anschaulicher. Zugleich erkennt man das Ausmaß der erforderlichen Umlagerungen nicht bloß in der Kreidemulde, sondern auch in ihren Gesteinsnachbarschaften. Das Wesentliche für die technische Ausführbarkeit der ganzen Knickung scheint in einer schrägen Verschiebung des Sonnwendgebirges gegen das Karwendelvorgebirge zu bestehen.

Dabei blieb das Karwendel-Hochgebirge als große schwere Masse verschont. Es wurde nur an seiner Nordostecke von dieser Verschiebung gestreift. Es ist nun naheliegend, daß die bereits mehrfach hervorgehobene schräge Doppellinie, die vom Plumsjoch über den Schicht-hals an den Südfuß des Sonnwendgebirges bei Münster leitet, wahrscheinlich in ihrer tieferen tektonischen Bedeutung eine Weglinie vorstellt, welche mit der Abbiegung der Kreidemulde in engster Verbindung steht.

Das Vordrängen des Sonnwendgebirges samt dem Wettersteinkalksockel von Unnütz und Guffert fand seinen klarsten Ausdruck in der Verbiegung der Kreidemulde und in der Umstellung des Streichens der Sonnwendrollfalten.

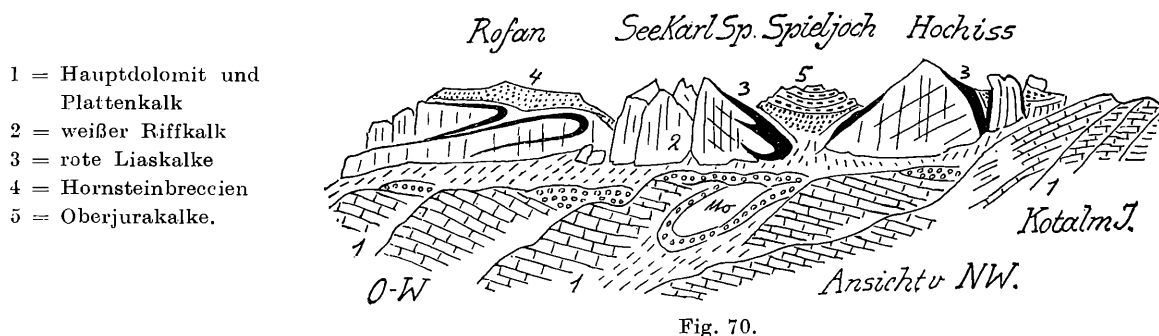


Fig. 70.

Führt man die Rollfalten wieder in ihre Ausgangsstellungen zurück, so steht man vor O—W streichenden Falten, die damit auch in ihre weitere Umgebung hineinpassen.

In der Verfolgung dieser Überlegungen sind wir nun bei der Vorstellung gelandet, daß die Rollfalten des Sonnwendgebirges nicht auf dem Wege von O→W, sondern vielmehr auf jenem von S→N ihre Gestaltung gefunden haben.

Für diese Gestaltung habe ich schon seit langer Zeit die Mithilfe der Schwere in Betracht gezogen. Wir besitzen von der Hand von E. Spengler drei sehr lehrreiche Querschnitte durch die Gipfelstellungen des Sonnwendgebirges.

Wenn man sich diese ungefähr ostwestlichen Schnitte in ihre Ausgangslage um zirka 90° zurückgedreht denkt, so kommt der Kamm Sonnwendjoch—Hörndl—Rofanspitze nach S. Für die Erklärung der Rollfalten im Zuge der Schweregleitung ist die Annahme unerlässlich, daß von S→N ein beträchtliches Gefälle vorhanden war. Es ist nun lehrreich, die um 90° verdrehten Profile von E. Spengler auf diese Fragestellung hin zu prüfen.

Das erste Profil verläuft vom Sonnwendjoch über Haiderjoch—Gschollkopf zum Dalfazer Roßkopf. Betrachtet man die Dimensionen der einzelnen Faltgebilde, so kommt man zu der Einsicht, daß die weitest ausgreifenden Falten im Sonnwendjoch—Rofankamme liegen. Im Haiderjoch nimmt der Ausschlag bereits ab. Im Bereiche von Gschollkopf—Dalfazer Joch ist er schon wesentlich geringer. Das Profil Hörndl—Kalter Spitz—Spieljoch—Klobenjoch zeigt dieselbe Verteilung der Faltungsgrößen. Am schönsten ausgebildet und in hohen Wänden geschlossen zu beobachten ist die Abnahme der Faltengröße in dem Querschnitt Rofan—

Seekarlspitze—Hochiß—Kotalmjoch. Den mächtig ausholenden Falten der Rofan steht im Kammstück Hochiß—Streichkopf eine enge, senkrecht stehende Faltung gegenüber. Hier ist es sogar zu einem Rückwärtsschlagen der Faltwellen gekommen.

Noch anschaulicher wird der Anblick dieses wichtigen Profiles bei schräger Ansicht, wie sie Fig. 70 dem Leser bietet.

Hier springt der große Unterschied zwischen den beiden Profilenden klar in die Augen.

Dieser Beschwingungsunterschied scheint mir entscheidend zugunsten einer vorne abgebremsten Großgleitung zu sprechen.

Wenn man der ganzen Anordnung und Ausbildung der Rollfalten ein Gefälle von der Rofanseite gegen die Klobenjochseite zugrunde legt, so kommt man von den Stellen des stärksten Schwunges zu jenen einer scharfen Abbremsung.

Dasselbe Prinzip ist auch in den anderen Profilen verwirklicht.

Eine so rasche und scharfe Abnahme der Faltungskraft ist bei einer gewöhnlichen Pressungsfaltung nicht zu erreichen. Nimmt man aber Gleitung zu Hilfe, die hier in den tonigen, leichtbeweglichen Kössener Schichten eine wesentliche Unterstützung fand, so ist diese Verteilung der Lebendigkeit der Faltung leicht verständlich.

Durch die weichen Kössener Mergel wurde unsere Gleitung gegen unten zu abgegrenzt. Plattenkalk und Hauptdolomit haben daran keinen Anteil mehr genommen. Gegen oben wird die Gleitfaltung durch die transgressive Auflagerung der Hornsteinbreccie abgeschlossen. Diese wurde erst auf der bereits erodierten Gleitfaltung abgelagert. Auf der Hornsteinbreccie folgen dann die Schichten des Oberjura, welche in ihrer Lagerung nur eine schwache jüngere Faltung erkennen lassen.

Diese jüngere Faltung ist wahrscheinlich auch die Ursache für die tektonische Beanspruchung, welche die Hornsteinbreccien nach B. Sander vielfach auch im Schlibbild erkennen lassen.

Wir haben bisher die Wirkungen jener Verschiebungen, welche zum Endergebnis das große Kreideknie hatten, nur in den Gebieten der jüngeren Schichtzonen im Karwendelvorgebirge und im Sonnwendgebirge betrachtet. Hier sind die Formänderungen wegen der Buntheit und Bildsamkeit des Materials leichter zu beobachten. Viel schwerer gelingt dies in den weiten Bereichen des Hauptdolomits. Es sind aber auch hier genügend Störungen enthalten, die mit großer Wahrscheinlichkeit in den Kreis jener Umstellungen gehören, welche zur Raumerschaffung für den Bau des Kreideknies notwendig waren. Während in der Südecke der großen Abbiegung die Einfassung des Hauptdolomits nicht zerrissen wurde, ist dieselbe an der Nord-ecke völlig in Fransen gegangen.

Die Karwendelkarte reicht nicht weit genug nach N, um diese Erscheinungen noch zu erfassen.

Man kann dieselben nur auf „Blatt Achenkirchen der österreichischen Spezialkarte 1:75.000“ verfolgen. Hier ist der Hauptdolomit samt Raibler Schichten und Wettersteinkalk mit glatten Schubbahnen über Kreide und Oberjura vorgetrieben worden. Erst nördlich von der Natterwand findet sich die breit zerrissene Kreidemulde wieder zu ihrer schmalen, geschlossenen Muldenform zusammen.

### Formen der Bergzerreißen.

Die Bergzerreißen kommen unter dem Zug der Schwere an jenen Stellen zu weiterer Ausbildung, wo diesem kein entsprechender Gegendruck hemmend entgegenwirkt.

Dieser Fall ist in größter Ausdehnung an allen tieferen Taleinschnitten verwirklicht und in gewissem Sinne auch eine Kerbwirkung. So lange der Hohlraum des Tales noch mit Gesteinsmassen erfüllt war, lieferte diese Füllmasse den genügenden Gegendruck. Mit der allmählichen Ausräumung dieser Masse verloren aber die Seitenhänge der Täler ihre Stützung und konnten nun von dem einseitig wirksamen Zug unter geeigneten Umständen zerrissen werden. Die Gewalt dieses Zuges kann die festesten Gesteine zerreißen.



Eine Hauptform einer solchen Zerreißung wird als Bergsturz besonders deutlich. An zahlreichen Stellen der Alpen haben sie ihre verheerende Tätigkeit ausgeübt.

Es gibt aber neben dieser vielbeachteten und beschriebenen Ablsungsform weit zahlreichere Stellen, wo zwar die steilen Berghänge zerrissen wurden, aber trotzdem keine Bergstürze entstanden. Es ist hier zu einer oft tiefgreifenden Zerreißung gekommen, die losgetrennten Teile haben aber ihrerseits eine neue genügende, gegenseitige Abstützung gefunden, welche einen Bergsturz zu verhindern oder doch zu verzögern vermochte.

Es sind gleichsam an den Berghängen zahlreiche Vorbereitungen von Bergstürzen ausgebildet, welche bisher in der Geologie keine systematische Beachtung gefunden haben, obwohl sie in vieler Hinsicht von großem Einflusse sind.

Ich habe die Erscheinung der Bergzerreißung zuerst aus dem Gebiete des Karwendels beschrieben.

Im folgenden sollen nun eine Reihe von Einzelfällen aus allen Teilen des Kartengebietes zu einer kurzen Darstellung gelangen.

In der Haupttalung des Gebietes liegt der Achensee und die hinter ihm tiefverschütteten, flachbodigen Täler von Tristenau—Falzthurn—Pletzach—Oberau. Ihre Verschüttung ist eine so gründliche, daß in diesen Tälern erst ganz hinten zugleich mit dem Steilanstieg die Felssohle zum Vorschein kommt. Unter gewöhnlichen Umständen sind diese Täler ohne zusammenhängendes Fließwasser, weil das zufallende Wasser am Fuß der Felswände versinkt.

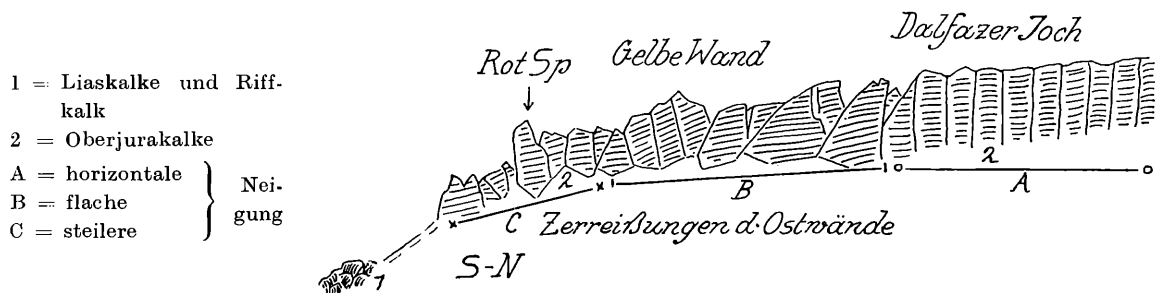


Fig. 71.

Das Grundwasser kann sich dabei z. B. zwischen Tristenau—Falzthurn unter 40 m Tiefe zurückziehen. Betritt man die Achenseetalung aus dem Inn tale von Jenbach aus, so hat man rechts die kühn aufragende Ebnerspitze und dahinter das Dalfazer Joch.

An beiden Bergen haben die Zerreißungen schon machtvolle Umformungen bewirkt.

Von der Ebnerspitze ist gegen S die Felsstufe der Astenau alpe mit ihrer Kappe von Raibler Schichten stark abgesunken. Diese Absenkung dürfte bereits vor längerer Zeit, wahrscheinlich schon vor der Eiszeit erfolgt sein.

Im Gebiete von Häuserer Kopf—Turrawand—Dalfazer Joch—Klobenjoch haben sich die Bergzerreißungen in mannigfachen Formen geäußert. Am Häuserer Kopf haben wir eine vom Felsrand der Erfurter Htte abgesunkene mächtige Felsplatte aus weißem Riffkalk und roten Liaskalken vor uns. Von dieser Platte hat sich dann unten eine kleinere Teilscholle abgelöst, welche bis ins Tal herabreicht.

Durch diese Gleitung sind bei Häusern die bautechnisch wertvollen, festen und schngefrbten Riff- und Liaskalke ganz in den Talbereich gerückt worden. Daher konnten hier für den Bau der neuen Achensee-Autostraße in Steinbrüchen große Massen von Werksteinen und Schottermaterial gewonnen werden. Es ist dies rings ums Sonnenwendgebirge die einzige Stelle, wo diese sonst hochliegenden Gesteine durch Gleitungen so tief ins Tal herabgebracht wurden.

Das Dalfazer Joch bildet einen langen, nordsüdlich streichenden Felskamm aus Oberjurakalken. Seine Zerklüftung gibt nach den vorzüglichen Aufschlüssen seiner Ostwnde Fig. 71 zu erkennen.

An dieser Zeichnung sind zwei Erscheinungen auffällig. Die Neigung der Zerreißungsklüfte ist in dem hinteren flachen Kammstück so ziemlich lotrecht, wogegen dieselben im vorderen, stärker abfallenden Teil flacheres Einfallen zeigen. An der Grenze dieser beiden Kluffgebiete treten dann keilförmige Schollen auf.

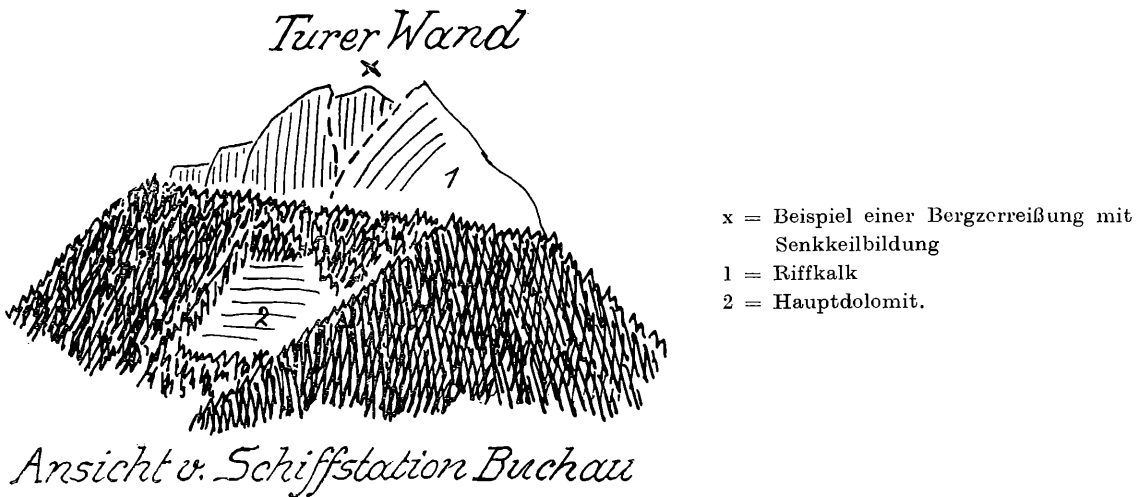


Fig. 72.

Es ist dies eine Form der Zerklüftung, welche nur bei einer Auseinanderzerrung eintreten kann. Man kann also das Auftreten von solchen Keilen mit Einsenkungen in einer Schichtfolge für ein Kennzeichen nehmen, daß hier zerrende Bewegungen ihr Spiel getrieben haben.

Die Keilbildung tritt außer dem Dalfazer Joch auch an der darunter befindlichen Turrawand auf. Fig. 72 legt eine Ansicht dieser Wand vor, welche die keilförmige Einsenkung von höheren Schichtteilen in tiefere anschaulich macht.

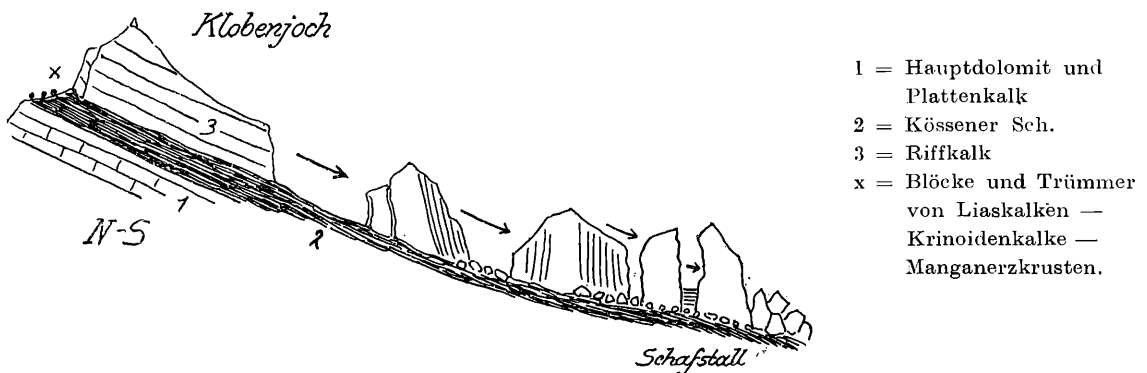


Fig. 73.

Im Leib des Dalfazer Joches macht man an seiner Westseite die Beobachtung, daß die unter den Oberjurakalken auftretenden tieferen Riff- und Liaskalke im N völlig in isolierte kleinere Schollen zerrissen sind, wogegen sich an der Südseite eine mehrfache Anschoppung und Verfaltung derselben Gesteine geltend macht.

Es ist nun möglich, daß diese unregelmäßige Verteilung von Schollen aus Riffkalken—roten Liaskalken—Radiolarienschichten aus der Zeit der Gebirgsbildungen überliefert ist.

Es ist aber auch möglich, daß die ganze Anordnung als Zerrung im N bis Schoppung im S im Sinne einer Gleitbewegung zu verstehen ist.

Man kann eine solche Auffassung zunächst nicht als zwingend hinstellen, wohl aber als lebendig und weiterführend, so daß es sich lohnt, diesen Weg weiter zu verfolgen. Macht man dann die Erfahrung, daß sich in vielen Fällen an Gefällsstrecken immer wieder oben Zerreißen, unten aber Anschoppungen einstellen, so steigt die Wahrscheinlichkeit eines solchen mechanischen Zusammenhanges ganz wesentlich. Im Falle von Dalfazer Joch und Turrawand scheint mir die Deutung als Gleitzug recht wahrscheinlich zu sein.

Ein kleineres, aber sehr anschauliches Bild von Bergzerreißen und Gleitung bietet dann das Klobenjoch. Fig. 73 legt die hiehergehörigen Befunde vor.

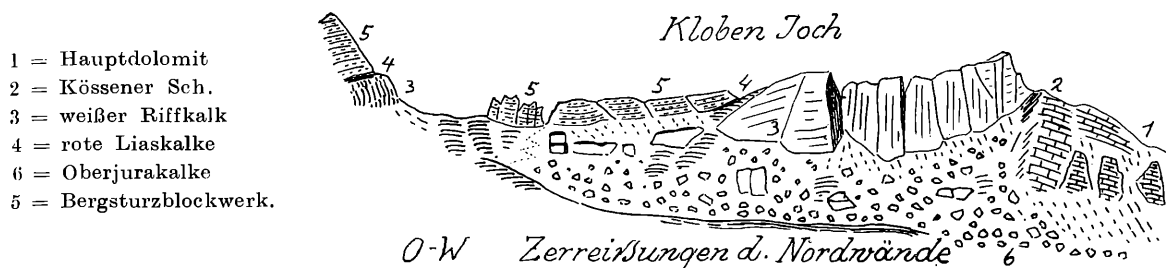


Fig. 74.

Wir haben an der Westseite dieser außerordentlich scharfzerschnittenen Riffkalkmasse die deutliche Unterlagerung mit den sehr gleitsamen Kössener Schichten. Diese letzteren Schichten fallen hier von N→S zu ab. Von der Gipfelplatte hat sich nun ein Teil abgetrennt und ist eine Strecke weit bergab gewandert. Dabei ist diese Scholle in vier Stücke zerrissen worden. Untersucht man die Wände, welche diese Felsstücke begrenzen, so findet man diese mit Schubflächen bedeckt. Diese Schubflächen sind zum Teil nicht eben, sondern gerillt. Das Einfallen dieser Rillen zielt mit 30—35° gegen W, während die Abgleitung von N gegen S erfolgte.

Es ist daher anzunehmen, daß diese gerillten Schubflächen von einer älteren Bewegung herrühren und bei der neuen Gleitung nur zur Zerteilung der Felsmassen verwendet wurden.

- 1 = Hauptdolomit
- 2 = Plattenkalk
- 3 = Kössener Sch.
- 4 = weißer Riffkalk
- 5 = Liaskalke — Radiolarien-Sch. — Hornsteinbreccie
- 6 = Oberjurakalke
- 7 = Moränenwälle
- 8 = Blockwerk.

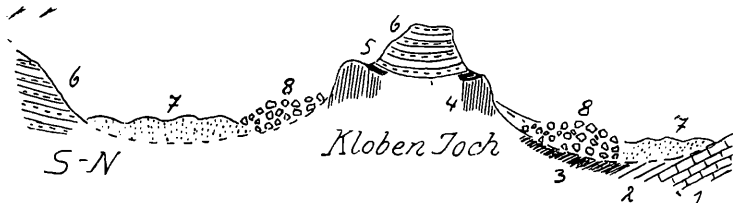


Fig. 74a.

An der Westecke des Klobenjoches zieht das schmale Band der Kössener Schichten nordwärts um den Riffkalk herum gegen N in das Hochtal der obersten Kotalpe hinab.

Auf diesem verschütteten Kössener Gesimse entdeckt man nun zahlreiche Blöcke und Trümmer von roten-gelben-braunen Liaskalken, Krinoidenkalken, Manganerzkrusten.

Durch Eistransport können diese Liagesteine nicht hierher geschleppt worden sein, da die Fundstelle mit zirka 2000 m beträchtlich über dem Hochstand der Würmeiszeit liegt. Es ist daher wohl anzunehmen, daß diese Gesteine von einer ehemaligen Decke des Klobenjoches abstammen. Dies erfordert einen Rückwitterungsbetrag von mindestens 500 m.

Im Gegensatz zu dieser klaren Gleitwanderung an der Südseite des Klobenjoches bietet die prächtige Nordwand, Fig. 74, das Bild einer scharfen Zerreißen ohne Gleitungen. Hier fehlt eben das nötige Gefälle.

Fig. 74a liefert einen Querschnitt durch das Klobenjoch. Unterhalb vom Klobenjoch tritt gegen den Achensee hinab der mächtige Bergsockel aus Plattenkalk und Hauptdolomit

zutage, der von wilden Schluchten gegliedert erscheint. Auffallend ist, daß diese Schluchten nicht bis zum See hinabreichen, sondern in einen geglätteten Hang übergehen, welcher von typischer Grundmoräne des Innegletschers eingedeckt wird. Wahrscheinlich ist wohl der untere Berghang vom Eise sehr scharf abgeschliffen worden. Von den Schluchten geben sich zwei als Abrißfugen mit Absitzungen zu erkennen.

Weiter nördlich begegnen wir dann der großen Gleitmasse, auf deren Stufen Nieder- und Mittelleger der Kotalpe liegen. Diese Gleitformen habe ich bereits im Jahre 1939 in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien näher beschrieben. Durch diese Gleitung wurde der steile Erker der untersten Kotalpe schroff gegen den Achensee vorgedrängt.

Eine wunderbar klare Bergzerreißung ist dann am Kamm des Kotalmjoches verwirklicht. Dieser Kamm besteht aus Hauptdolomit und Plattenkalk und trägt streckenweise auch eine Decke von Kössener Schichten. Durch diese fossilreiche Gesteinsdecke wird nun, wie Fig. 75 vermeldet, eine kräftige Absitzung der ganzen Bergkante gegen NO zu verraten.

Diese Abreißung ist auf eine Strecke von zirka 1 km prächtig erschlossen.

Auch im Bereiche des Unnutzkammes sind kräftige Zerreißen eingetreten, die aber schon außerhalb meiner Begehungen liegen.

Begeben wir uns nun an die Westseite der Achenseetalung, so bietet der mächtige Felsrücken des Stanserjoches allerlei Spuren von Bergzerreißen und Gleitungen, von denen ich einige ebenfalls schon beschrieben habe.

Von vornherein möchte man kaum vermuten, daß dieses aus festem Wettersteinkalk und Dolomit aufgebaute Gewölbe den Angriffen der Bergzerreißen unterliegen würde. Trotzdem ist dies der Fall gewesen, wenn auch in verhältnismäßig kleinen Ausmaßen. An der Südseite der Kammhöhe hat eine Gleitung eine kleine karähnliche Nische geschaffen, in welcher der Hochleger der Stanseralpe liegt (Fig. 18). Diese Ausgleitnische zeigt einen halbkreisförmigen Umriß. Wenig weiter westlich tritt eine mehrfache Staffelung am Südhang des Ochsenkopfes auf, welche durch den scharf begrenzten Wechsel zwischen Streifen von Wettersteinkalk und Dolomit verraten wird (Fig. 18).

In dem schroffen Einschnitt der Gamsgartenklamm sind an der Südseite des Hahnkampls deutliche Zerreißen im südfallenden Wettersteinkalk ausgebildet, welche auch noch die Scholle der Wallfahrtskirche von St. Georgenberg betroffen haben. Die schönen Zerreißen an der Nordseite des Stanserjoches sind bereits mit Fig. 16—17 dem Leser vorgestellt worden.

Sie sind dadurch beachtenswert, weil die Gleitflächen blank erschlossen sind und eine deutliche Verflachung derselben hangabwärts erkennbar ist. Der schroffe Kamm des Bärenkopfes ist geradezu ein Symbol der Bergzerreißen. Die Gleitflächen, an welchen die Teilstücke ostwärts abgesunken sind, kann man mehrfach als scharfe Schnittflächen in den Runsen beobachten. Eine Ansicht dieser vorbildlichen Gliederung liefert Fig. 20. Es ist von Interesse, daß die Gleitflächen steiler einfallen als die Schichtung. Im Tristenautal bietet der stolze Dreikanter des Tristkopfes ein schönes Linienspiel der Bergzerreißen. Der ganze Bergkörper ist von steilen Klüften zerschnitten, an denen vielfach Absitzungen vollzogen wurden. Besonders eindrucksvoll geben sie sich, wie Fig. 10 lehrt, am Abfall gegen den Flachboden der Tristenau zu erkennen.

Es ist wahrscheinlich, daß hier auch der Sockel von Alttrias mit den weichen Sandsteinen und Letten des Haselgebirges an der Lebhaftigkeit der Absitzungen mitbeteiligt ist.

Die größte Masse des Haselgebirges ist am Nordostfuß des Tristkopfes gegen den Habichl zu angehäuft.

Dementsprechend ist hier auch die stärkste Absenkung des darüberlagernden Pfeilers eingetreten. Diese Absenkung greift bis zum Tristkarl empor. Diese hohe Nische ist möglicherweise auch durch Absenkungen begründet worden. Für eine glaziale Ausräumung ist hier kein ausreichender Hintergrund vorhanden. Das würde bei einer Absitzung keine Rolle spielen. Wenn das Tristkarl durch ungleiche Absenkungen vorgezeichnet wurde, könnte ja leicht noch eine bescheidene glaziale Ausarbeitung zu einer Karform nachträglich eingetreten sein, Fig. 91.

Das längste Seitenteil des Achensees ist das Falzthurntal, in welchem die beiden großen Alpen von Falzthurn und Grammei ausgebreitet liegen. Trotz der gewaltigen Überhöhung des breiten flachen Talbodens durch die Riesengestalt des Sonnjoches sind hier nur kleinere Gleitformen erhalten. Wir wissen aber nicht, was unter der tiefen Talverschüttung begraben liegt.

Gegenüber vom Tristkopf liegt das waldbekleidete Kloanbergl, das aus Muschelkalk besteht. Es trägt mehrere tief herabreichende Moränenwälle der Schlußvereisung. Für diese Muschelkalkscholle ist eine Abgleitung vom Felsbestand der darüber aufragenden Schneeköpfe ziemlich wahrscheinlich.

Von dem Hochbau des Sonnjoches ist eine Scholle von Rauhwacken und Reichenhaller Kalken möglicherweise auch durch Gleitung in seine tiefe Lage geraten. Gegenüber treffen wir ebenfalls eine ganz tiefliegende Scholle von Rauhwacke, welche unter der Steilwand des Lärchkarlkopfes lagert. Für diese beiden auffallend tief liegenden Altriassschollen bietet die Annahme von jungen Eingleitungen in den tiefen Taleinschnitt mehr Wahrscheinlichkeit als die Zugehörigkeit zur alten Tektonik.

Ganz im Hintergrund des Falzthurntales lassen sich besonders in dem wildzackigen Felsleib des Rauhen Knoll zahlreiche Zerreißungsformen ablesen.

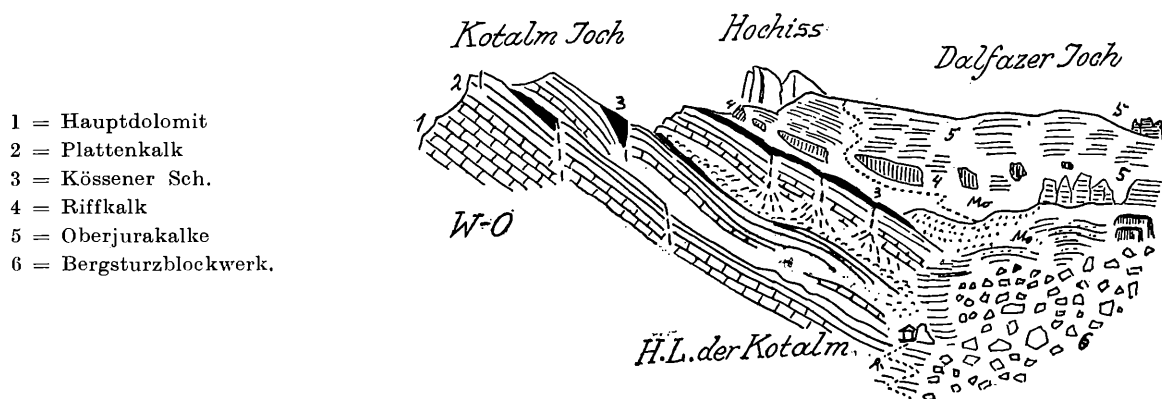


Fig. 75.

Am schönsten ausgebildet sind die Zerreißungen im Gehänge des Rauhen Knoll gegen die tiefe Scharte der Schneiderschar. Am gegenüberstehenden Gewände des Hahnkampls treten die Bergzerreißungen stark zurück. Die Ursache dürfte in der heftigen, kleinwelligen Verfaltung des Hauptdolomits und Plattenkalks zu suchen sein. Im Bereiche des Pletzachtales ist den Bergzerreißungen keine besondere Bedeutung eingeräumt.

Der tiefverschüttete Talboden wird mit Ausnahme einer etwa 1 km langen Jurastrecke allseitig von Hauptdolomit umrandet. In diesem schluchtreichen Felsgelände konnte ich keine größeren Zerreißungen festhalten. Im Gebiet der Kreidemulde des Gütenbergs mögen Gleitungen von kleinerem Maßstab vorhanden sein, welche aber durch Bewachsung und Verwachsung verhüllt werden.

Ein schönes Beispiel einer Gleitung ist in den roten Liaskalken bei der Überschüßalpe ausgebildet. Wie schon Fig. 55 angibt, sind hier drei Liaskalkstufen übereinander, von denen nur die oberste geschlossene Wand anstehend ist. Die anderen sind abgeglichen. Auch hier haben die Kössener Schichten deutlich gleitverstärkend gewirkt.

Auch im Oberautal ist mir keine größere Gleitung zur Einsicht gekommen. Kleine Gleitungen sind nördlich von der Basilalpe aus den mächtigen Riffkalken des Schoberkopfes zu verzeichnen.

Wir wenden uns nun, derselben Fragestellung folgend, dem Gebiete der großen Kreidemulde zu, die hier von den Zuflüssen des Bächentales entwässert wird. Ich konnte da zwei große und mehrere kleinere Gleitungen abgrenzen.

Im Taleinschnitt des Plumbaches hat sich von der Westseite der Montscheinspitze eine fast 1 km breite und zirka 500 m hohe Masse von Hauptdolomit losgerissen und selbsttätig abgegliedert. Es ist jedoch bei einer Absitzung geblieben.

Eine ähnliche, aber kleinere Abgleitung stellt sich auch oberhalb der Tannaueralpe, Fig. 76, ein. Hier sind jedoch Oberjurakalke in die Hangbewegung eingetreten. Kleinere Gleitungen zeichnen das ganze Gebiet der weichen, glitschigen Neokommergel aus.

Davon kann man sich leicht schon am Fahrweg ins Bächental hinab in der Umgebung der Katzenschlagalpe überzeugen. Hier haben die Gleitungen auch schon den Weg in Mitleidenschaft gezogen.

Auch bei der Pöllenschlagalpe stehen größere Gleitungen in Ausbildung.

Vom tief eingeschnittenen und verschütteten Engtale ist nur das Bogenstück zwischen Hagelhütte und Gasthaus Eng noch Kartengebiet. Hier ist auf der Westseite des Tales von dem hohen Kamm Roßkopf—Ruederspitze—Gamsjoch eine mächtige Absitzung eingetreten.

Auf der Ostseite des Engtales sind an der Nord- und Westseite der Schaufelspitze ausgedehnte Gleitungen der unteren Berghänge zu verzeichnen. Hier ist auch wieder der größere Besitzstand des Haselgebirges an der guten Ausführung der Gleitungen mitbeteiligt. Im Sulzgraben sind zwei Züge von Haselgebirge eingeschaltet. Ein dritter schwenkt vom Sulzgraben gegen S zu gegen den Grammaigraben ab. Der über dem Haselgebirge steil aufragende Nordwestpfeiler der Schaufelspitze ist von Zerreißen völlig zerschnitten. Wenn man Fig. 77 in Betracht zieht, so sieht man, wie der Leib der Schaufelspitze sowohl gegen das Engtal als auch das Falzthurntal ganz symmetrisch zerrissen und an diesen Fugen abgesenkt ist.

Auch der Fahrweg vom Plumsjoch in die Eng ist unterhalb des Niederlegers der Plumsalpe auf zirka  $\frac{1}{2}$  km hin ein Opfer der nie zur Ruhe kommenden Hangbewegungen des Haselgebirges und daher als Knüppelweg ausgebildet.

Zum Schlusse unserer Übersicht verbleiben uns nun noch die Bereiche des Stallentales und des Vomperloches. Im Stallental ist der machtvolle Kamm Lamsenspitze—Hochnißl—Mittagsspitze ein Träger tiefgriffiger Bergzerreißen.

Dieselben treten schon in der hohen Felsgruppe Lamsenspitze—Schafkarspitze auffallend genug in Erscheinung. Diese Formen habe ich schon im Jahre 1940 in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften genauer dargestellt. Anschließend daran ist das lange Gratstück über Hochnißl zur Mittagsspitze hin und hin in Stücke zerrissen. Wie man aus dem Wechsel der die Einzelschollen trennenden Schubflächen ablesen kann, haben hier allerlei Verstellungen stattgefunden.

Große Schubflächen sind zu beiden Seiten des Hochnißl wirksam gewesen. Von der Steinkarlspitze fallen die Trennflächen nach beiden Seiten ab. Eben solches zeigt sich am Gipfel des Hochnißl. Wir haben also in dieser Schollenkette wechselnd nach unten oder nach oben zugespitzte Keile.

An der Südseite des Kammes Hochnißl—Niedernißltürme—Schneekopf—Mittagsspitze—Fiechterspitze verläuft eine große Störung bis in die Talfurche zwischen Vomperjoch und Bärenköpfl hinab.

Diese Störung stellt eine steile Gleitfläche vor, an welcher dieses etwa 3 km lange Kammstück gegen das Stallental um zirka 200 m abgesenkt wurde. Der Absenkungsbetrag ist im W wesentlich geringer als im O. Hier ist diese Störung zwischen Fiechterspitze und Hirschkopf besonders eindrucksvoll.

Sie hat aber auch für die Wasserführung des Stallentales eine große Bedeutung. An der Stelle, wo die Verlängerung dieser Störung den Stallenboden trifft, entspringt eine sehr mächtige Quelle.

Von diesem guten Quellwasser ist ein Teil schon lange zur Versorgung von Stift Fiecht benutzt worden. Nun soll der Rest für die Stadt Schwaz verwertet werden.

Bei dieser großen Störung kann man in Zweifel sein, ob es sich um eine relativ junge Bergzerreißen oder um alte Tektonik handelt.

Der eingewaldete Rücken des Vomperjoches läßt in seinem Anteil aus Plattenkalk und Hauptdolomit bei O—W-Streichen und Südfallen zahlreiche zum Streichen annähernd senkrechte und unter sich parallele Zugrisse erkennen.

Während das Stallental in seinem inneren Abschnitt gewaltige Schutthalden und am Stallenboden eine tiefe glaziale Verbauung zeigt, erscheint die Schlucht des Vomperloches im Kartenbereich rein und sauber in Fels geschnitten.

Wir haben die längste Felsklammstrecke des Karwendels (über 8 km) vor uns. Die Anlage dieser Riesenklamm zeigt einige Besondernisse.

Zunächst die ziemlich gerade Klammstrecke in O—W, welche nur am unteren Ende scharf gegen S abspringt. Weiter die auffallend geringe Verschüttung, obwohl an der Mündung die interglaziale Innaufschüttung samt der Würmgrundmoräne das Bett des Vomperbaches um zirka 350 m übersteigt.

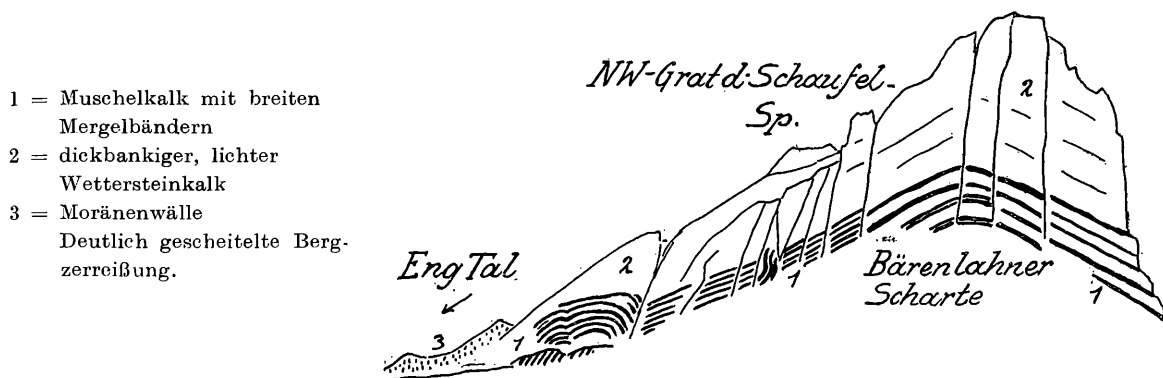


Fig. 77.

Es muß hier nach dem Abschmelzen des Würmeises eine mächtige Ausräumung stattgefunden haben. Die Talrichtung schneidet unter spitzem Winkel die wichtige Grenze zwischen Lechtal- und Inntaldecke ohne jede erkennbare Beeinflussung der großen Gesteinsgegensätze.

Im vorderen Teil des Vomperloches erscheinen die Bergzerreißen hauptsächlich am Südabfall von Hochnißl und Huderbankspitze entwickelt. Vom Hochnißl springt der scharfe Kamm der Sonnschartspitze gegen S vor, welcher zusammen mit der gegenüber aufragenden Huderbank den Eingang in die Wildnisse des Zwerchloches bewacht.

Beide Berggestalten weisen sowohl in der Richtung O—W als auch senkrecht dazu Spurlinien tiefer Zerreißen auf.

Von der Melanseralpe westwärts ist auf dem Wettersteinkalk des Hochnißl ein Streifen von Raibler Schichten eingeschaltet. In der Gegend der Mündung des Zwerchloches begegnen wir drei schmalen Streifen von Raibler Schichten, die zwischen Schollen von Wettersteinkalk eingeklemmt liegen. Wahrscheinlich liegen auch Formen von Bergzerreißen vor. An der Südseite des Vomperloches beginnt der Wettersteinkalk seine Herrschaft erst westlich vom Sattel des Walderjoches. Hier schwingt er sich ruckartig zum hohen Bettelwurf empor. An diesem gewaltigen Gewölbe sind sowohl gegen das Inntal und Halltal als auch gegen das Vomperloch tiefgreifende Zerreißen zu sehen. Eine besonders verwegene Abspaltung bildet hier den kühnen Bockkarlturm.

### Die Schuttbestände.

Die Verteilung der Schuttablagerungen ist im Kartenbereich nicht nur in bezug auf die Masse, sondern auch auf Form und Alter eine recht ungleichmäßige.

Im allgemeinen kann man sagen, daß in der breiten und tiefen Furche des Inntales nicht nur die Hauptmassen, die mächtigsten Terrassen, sondern auch die ältesten Schuttlager vereinigt liegen. Hier sind auch durch die große Treibkraft des Inn die am weitesten gewanderten und am besten gemischten Schuttarten des ganzen Gebietes zu finden.

Die Reihe der gut scheidbaren Schuttarten ist von unten nach oben kurz die folgende:

Als älteste und daher nur selten entblößte Abart ist die Grundmoräne der Rißeiszeit zu verzeichnen.

Darüber lagert im Einschnitt des Vomperbaches ein mächtiger, fast rein kalkiger Schuttkegel des Vomperloches.

Ihm dürfte im Einschnitt des Kasbaches bei den Jenbacher Sensenschmieden ein Konglomerat aus lokalem Achentalschutt entsprechen. Der alte Schuttkegel aus dem Vomperloch ist nicht nur außerordentlich mächtig, so daß der junge Schuttkegel nur als Zwerg erscheint, sondern auch anders gelagert. In seinen vorderen Teilen ist er steil wie Deltaschutt geschüttet. Seine Oberfläche ist scharf erodiert. So kommen die nächstjüngeren Sedimente der großen Innaufschüttung erst auf die Ruinen des großen Kalkschuttkegels zu liegen.

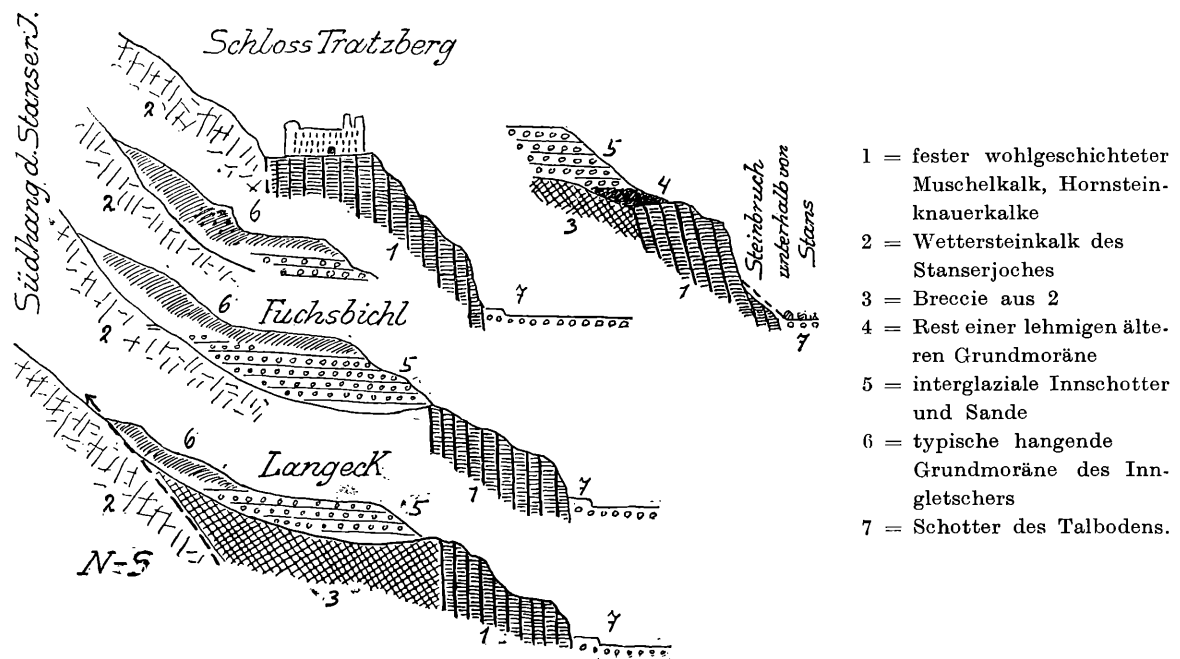


Fig. 78.

Die Innaufschüttung beginnt im allgemeinen in den hier sichtbaren Teilen mit feineren Sedimenten, wie Bändertonen und Mehlsanden, und vergrößert sich gegen aufwärts. Wir haben die Verlandungsfolgen einer Reihe von Stauseen vor uns.

Auch der Bestand dieser Innaufschüttung ist uns nicht vollwertig überliefert. Wir kennen die tiefsten Anteile nicht und können nach den Ergebnissen der Rumer Tiefbohrung nur vermuten, daß unter der heutigen Innebene noch zirka 200 m von größtenteils feinem Sand und Schlamm lagern.

Die Oberfläche dieser gewaltigen Talverschüttung wird von der Decke der darüber ausgebreiteten Grundmoräne des Inn-gletschers der Würmeiszeit schräg geschnitten. Es ist nicht leicht zu entscheiden, ob die hier sichtbaren Abschrägungen Wirkungen einer Erosionsperiode oder solche des Eisschubes bedeuten.

Im Kartenbereiche setzt die Terrasse der Innaufschüttung einen von NO gegen SW immer breiter werdenden Streifen von zirka 16 km Länge zusammen. Durch die Einschnitte des Stallentales, des Bachtals und des Vomperloches wird dieser Streifen in vier Teile zerlegt.

Der unterste Teil beginnt mit dem Felsvorsprung, auf welchem Schloß Tratzberg steht, und stellt eine Vorstufe des mächtigen Stanserjochgewölbes vor. Den geologischen Aufbau schildert die Profilreihe von Fig. 78.



Die Aufschüttung der Schotter und Sande des Inn erreicht hier keine große Mächtigkeit, weil unten eine Steilstufe aus Muschelkalk den Sockel bildet. Dagegen ist die hangende Grundmoräne in größerer Mächtigkeit und typischer Ausbildung erhalten. Von der liegenden Grundmoräne ist nur wenig erhalten.

Westlich von Schloß Tratzberg ist diese Grundmoräne mit zahlreichen kristallinen Blöcken, mit schön geschliffenen und gekritzten Kalkblöcken in einer Grube gut erschlossen. In der-

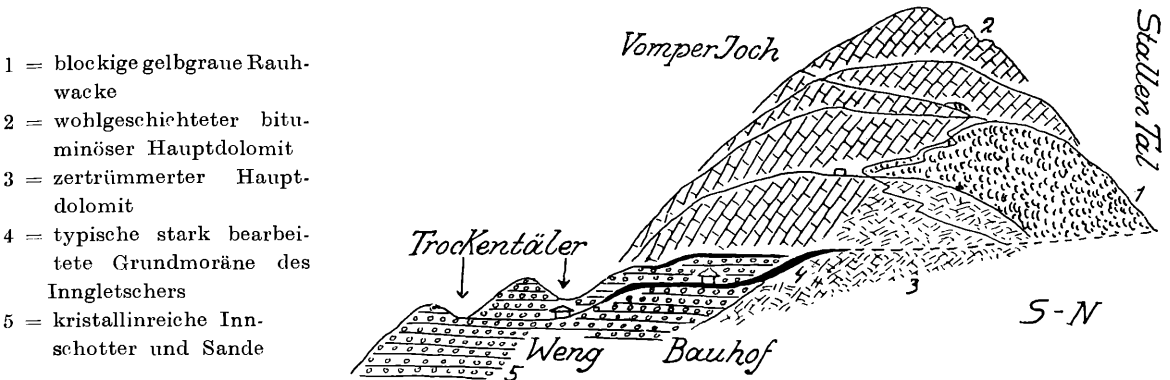


Fig. 79.

selben finden sich auch viele zersetzte Gneise und Glimmerschiefer. Offenbar hat diese Grundmoräne viel Material aus den darunterliegenden Innenschottern aufgenommen.

Prachtvolle Entwicklung zeigen die Terrassenschotter am Eingang ins Stallental. Hier sind am Abfall des Vomperjoches in die Oberfläche der interglazialen Aufschüttung zwei benachbarte, schön ausgerundete Trockentäler, Fig. 79, eingeschnitten. Die hangende Grundmoräne reicht nicht mehr in diese Trockentäler hinein. Wahrscheinlich handelt es sich um jüngere Auswaschungen.

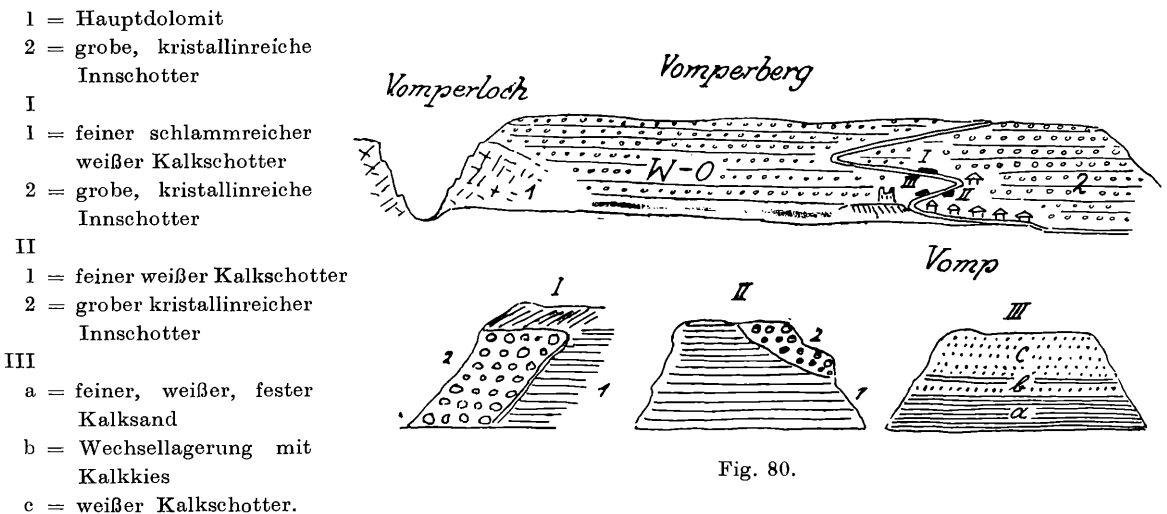


Fig. 80.

Das Terrassenstück des Vomperberges ist schon beträchtlich breiter und zeigt die Unterlagerung der Innenschotter durch einen auffallend mächtigen, rein lokalen Schuttkegel aus dem Vomperloch.

Durch den Bau einer neuen Autostraße von Vomp auf die Höhe der Vomperbergterrasse wurde das Verhältnis zwischen diesem alten Schuttkegel aus dem Vomperloch und der Inn-aufschüttung wesentlich geklärt.

Wie Fig. 80 zu erläutern sucht, lagern die groben, vollkristallinen Innenschotter mit steilen Erosionsgrenzen an die fast horizontalen, feineren weißlichen Kalk- und Dolomitlagen

dieses alten Schuttkegels. An der neuen Straße reichen die Anschnitte des Vomperlochkegels bis zirka 700 m empor. Da die Bänke dieses Kegels am Vomperbach noch bei 560 m das Bachbett unterteufen, beträgt die heute noch erhaltene Mächtigkeit wohl über 150 m. Die mächtigste Entfaltung erreichen aber die Terrassensedimente auf der breiten Stufe des Gnadenwaldes zwischen Vomperloch und Halltal.

Die Breite dieser schönen Inntalerrasse macht stellenweise fast  $2\frac{1}{2}$  km aus. Dabei ist sie aber nicht eben, sondern deutlich eingemuldet. Diese Einmuldung beginnt schon an ihrem östlichen Ende, wie Fig. 81 angibt.

Die Ausmuldung ist hier mit so feinem, glattem Schwunge ausgeführt, daß man wohl kaum daran zweifeln kann, die Schubarbeit von breiten Eismassen vor sich zu haben.

Von weiterem Interesse ist auch der Befund von Ablagerungen von kantigem Dolomitschutt, welche auf der hangenden Grundmoränendecke lagern. An einer Stelle östlich vom Wirtshaus Gunggl sind auch mehrere kleine Wälle aus Lokalschutt erhalten, welche in Fig. 81 verzeichnet sind.

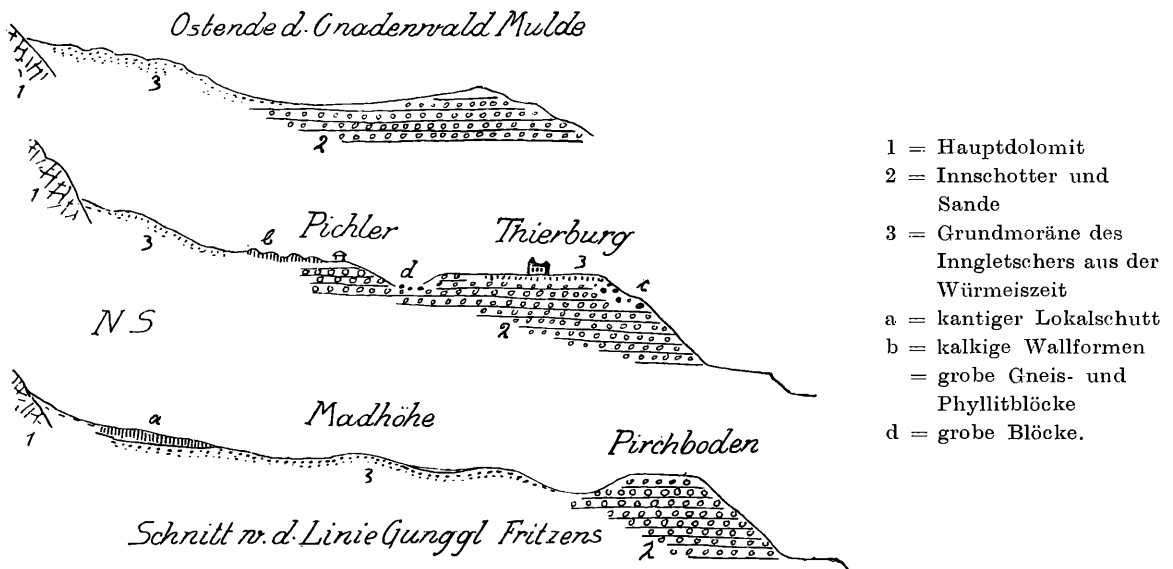


Fig. 81.

Es kann sich wohl nur um Endmoränen von kleinen Gletschern der Schlußvereisung handeln, welche hier vom Walderjoch auf die Terrasse des Gnadenwaldes herabgestiegen sind. Die Wälle enden etwa bei 860 m. Die Grundmoränendecke ist am Nordrande unserer Terrasse zwischen Vomperloch und St. Martin auf eine Strecke von zirka 6 km fast lückenlos erhalten. Dabei zeigt die Grundmoränendecke besonders im östlichen Abschnitt sehr schön gewölbte Drumlinformen.

Einen in seiner Bedeutung noch unklaren Aufschluß von deutlicher kalkreicher Grundmoräne mit guten Geschieben traf ich an der neuen Straße nahe östlich von Maria Larch. Diese Grundmoräne lagert bei zirka 700 m auf braunem verwittertem Schotter mit reichlich Gneisen und Quarzphyllit. Möglicherweise gehört diese Grundmoräne zu einem noch tiefer herabgestiegenen Gletscher der Schlußvereisung.

Von der Terrasse des Gnadenwaldes steigen die Reste der Würmgrundmoränen noch hoch ins Felsgebiet empor. Hier vermittelt der neue Alpweg, welcher von der Terrasse des Gnadenwaldes zum Walderjoch hinaufleitet, manchen guten Einblick. Wie die Anschnitte des Fahrweges lehren, ist der steile Felshang aus Hauptdolomit über 300 m hoch mit Resten von weißlich-grauer Grundmoräne überzogen, welche von gelbem Verwitterungslehm (Löß?) eingedeckt

sind. Viel höher reichen die zahlreichen erratischen kristallinen Blöcke empor, welche erst in einer Höhe von zirka 1600 *m* verschwinden. Sie gehören zu den haltbarsten Geschenken der Würmeiszeit. Mancher gut versteckte Block mag auch noch von den älteren Eiszeiten herkommen.

Die große Masse der erratischen Blöcke, welche einst die weiten Terrassen des Inntales verzierten, ist heute verschwunden, bzw. von den Menschen verarbeitet worden. Sie fanden als vielfach ausgezeichnet festes, schönes und gut bearbeitbares Steinmaterial mannigfache Verwendung.

Viele große Brunnentröge, Treppen, Torsäulen, Werksteine, Mühlsteine (besonders aus Verrukano), Dangelsteine, Bildstöcke, Grenzzeichen wurden mit Vorliebe aus den festen kristallinen Gesteinen gehauen. Man findet die erratischen Blöcke daher heute viel leichter in den höheren Felsschluchten als auf den weiten Terrassenflächen.

Nach dem Abschmelzen der Würmgletscher trat eine neuerliche Vergletscherung der Alpen ein, welche aber keineswegs mehr die lange Dauer und Ausdehnung der Würmeiszeit erreichte. Die nun gebildeten Gletscher waren lauter Lokalgletscher, welche nicht mehr die Kraft fanden, sich zu großen Talgletschern zu vereinigen.

Diese Lokalgletscher haben auch im Karwendelgebirge eine große Rolle gespielt. Jedenfalls bot dieses Gebirge mit seinen vielen Gletschern und mächtigen Eisbrüchen zur Zeit der „Schlußvereisung“ einen ganz besonders großartigen Anblick, der den alten Bewohnern der Alpen beschieden war.

Um über die Ablagerungen nach dem Verschwinden des Würmeises Klarheit zu gewinnen, benutzen wir die künstlichen Aufschließungen, welche beim Bau des Achenseewerkes am Südeinde des Achensees geschaffen wurden. Hier wurden durch eine Reihe von Tiefbohrungen und eine längere Caissonstrecke die Schuttverhältnisse gut geklärt.

Ich habe im Jahre 1927 zusammen mit Ing. Karl Pinter in der Arbeit „Über geologische und technische Erfahrungen beim Bau des Achenseewerkes“ darüber eingehend berichtet.

Unmittelbar über dem randlichen Grundgebirge aus Altrias lagern die außerordentlich bunt gemischten Sande und Schotter der Innaufschüttung. Über ihnen stellt sich die Decke der gut durchgearbeiteten Grundmoränen der Würmeiszeit ein. Diese dicht gepreßten Grundmoränen werden ihrerseits von Seekreide und Schlamm eingedeckt, in welche zahlreiche Holzstämme eingebettet liegen.

Durch systematische Abbohrungen von der winterlichen Eisdecke aus konnte der Botaniker Dr. Rudolf Graf v. Sarnthein ein wichtiges Pollenprofil über den Achensee bei Buchau ausspannen. In den fünf Bohrlöchern dieses geraden Querprofils über das Südeinde des Achensees konnten folgende Schichten von unten nach oben unterschieden werden:

A = tonreiche, zähe Mergel. Größere minerogene Substanz und kantige Kiesel nur zu unterst.

A<sub>1</sub> = gelbe bis rotgelbe sandige Lehmschicht, zirka 20 *cm*.

A<sub>2</sub> = frisch tiefblauschwarze Mergel mit schmalen helleren Bändern. Die Färbung bleicht an der Luft und ist durch reichen Gehalt an Fe S, bzw. Fe S<sub>2</sub> bedingt. Die schwefel-eisenreichen Lagen sind auch reich an organischem Detritus, zirka 1·3 *m*.

A<sub>3</sub> = hellgraue, homogene, tonreiche Mergel mit abnehmendem Fe S-Gehalt, zirka 1 *m*.

A—B = Übergangsschichte mit abnehmendem Ton- und zunehmendem Kalkgehalt, zirka 70 *cm*.

B = kompakte Detritusgyttja aus fast tonfreiem, größtenteils organogenem Kalkschlamm, der zu gelblichweißer Seekreide verdichtet ist. In ihm zahlreiche Pisidien und Valvatenschalen. Minerogene Beimengungen fehlen fast ganz. Zirka 2·50 *m*.

C = weiche, breiige, gelbgraue Detritusgyttja mit reichem Gehalt an minerogenen Beimengungen und viel organischem Grob- und Feindetritus, zirka 1·2 *m*.

Die Pollendiagramme lassen eine Gliederung der Waldentwicklung vom Spätglazial bis zur Gegenwart in acht Zonen von unten gegen oben zu.

Zone I. Im ersten Stadium nach dem Rückzug des Eises müssen am neugebildeten See und in seiner Umgebung Fichte, Tanne, Hasel, Buche, Erle, Ulme, Linde, Sanddorn gewachsen sein.

Zone II. Regressives Stadium der Waldentwicklung. Nur mehr Bergföhren, Birken, Weiden nachweisbar.

Zone III. Im Bereiche dieser Zone ist ein dichter Zusammenschluß der Bergkieferbestände erkennbar. Ausbreitung von großblättrigen Birken.

Zone IV. Plötzliches Auftreten von wärmeliebenden Holzarten.

Zone V. Eichenmischwald mit Ulme und Hasel erreichen ihre größte Verbreitung.

Zone VI. Die Laubbäume des Mischwaldes gehen zurück und die Fichte gewinnt Vorrherrschaft.

Zone VII. Buchen- und Tannenzeit.

Zone VIII. Neben der Fichte verlieren alle anderen Waldbildner in ihrer Bedeutung.

Inzwischen hat Graf v. Sarnthein die warme Zwischenzeit zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung in den Ablagerungen einer ganzen Reihe von Seen zum Teil sogar noch viel deutlicher nachweisen können.

Am Achensee selbst sind die Endmoränen der Schlußvereisung nirgends unmittelbar an den Seespiegel herabgekommen. Wohl aber sind an mehreren Stellen im Bereiche der Felsufer Grundmoränen der Würmeiszeit in Seespiegellage zu finden.

Was unterhalb der tiefverschütteten Bucht von Pertisau liegt, ist trotz einiger 40-m-Bohrungen noch immer nicht klargestellt.

Am nächsten kommen die Endmoränen der Lokalgletscher des Sonnwendgebirges dem Seeufer einerseits im Graben hinter dem Seehof, anderseits im Dalfazer und Maurachgraben. An diesen Stellen reichen die Lokalgletscher der Schlußvereisung tiefer herab, als E. Spengler auf seiner Karte verzeichnet hat. Am tiefsten sind aber solche Moränen an der Südseite des Sonnwendgebirges zwischen Astenberg und Bürglberg herabgestiegen.

In der Sonnwendlahn läßt sich das grobe, lokale Blockwerk bis zirka 700 m Höhe herab verfolgen, während die bunten, kristallinreichen Innschotter bei Astenberg noch eine Höhe von 860 m erreichen. Freilich war hier auch über der Sonnwendlahn ein sehr großes, bis zur Rofanspitze emporreichendes Einzugsgebiet dem Walten der Lokalgletscher freigegeben.

Die Gliederung der Gletscherstände der Schlußvereisung läßt sich an mehreren Stellen, so z. B. an der Nordseite der Montscheinspitze, ausgezeichnet verfolgen. Man kann hier drei klar getrennte Stadien unterscheiden. Eine merkwürdige Ausnahme von dieser gut begründeten Regel machen die drei tiefverschütteten Täler Tristenau—Falzthurn—Pletzach.

Hier fehlen deutliche Endmoränen trotz der großen Einzugsgebiete. Erst ganz hinten sind die jüngsten Stadien der Schlußvereisung mit ihren Wällen gut vertreten.

Diese Ausnahme läßt wohl nur die Erklärung zu, daß die hiehergehörigen Endmoränen unter der großen Talverschüttung verborgen oder zerstört liegen. Auch die jüngsten Moränenwälle der Schlußvereisung sind noch keineswegs zugleich etwa die jüngsten Schuttgebilde des Karwendels.

Ein großer Teil der Bachschuttkegel und der Berghalden ist ja auch heute noch in Weiterbildung begriffen. Mit Hilfe der verschiedenen Bewachsung kann man die einzelnen verschiedenen alten Bauteile der Schuttkegel oft gut unterscheiden.

Die flachen Talböden erfahren ja so ziemlich bei jedem stärkeren Gewitter neuerliche Umlagerung, einerseits Auswaschungen, anderseits Auflandungen. So werden gleichsam steinerne Wellen talab geschoben. Vielfach kommt es dabei zu Aufstauungen des Wassers und damit zu Ablagerungen von feinem grauem bis rötlichgelbem Lehm.

Solche Lehmteppiche sind besonders im Falzthurntal in großer Ausdehnung verbreitet.

Der Pletzbach, der neben dem Fürstenhaus in den Achensee mündet, trägt zur Zeit der Schneeschmelze und bei Hochwasser auch große Mengen von Schlamm in den See, der je nach der Windströmung als eine oft launenhaft verschlungene Fahne lange Zeit im Wasser schwebend bleibt.

Im folgenden sollen nun von den hier kurz erwähnten Schuttvertretern noch einige charakteristische Profile zur Abbildung und Beschreibung gelangen.

Die einzige sichere Fundstelle von Grundmoränen der Rißvergletscherung liegt im Einschnitt des Vomperbaches südlich vom Gasthaus Pfannenschmiede. Hier ist an der Talsohle eine kleine vom Eise in der Richtung von W→O glatt geschliffene Felsschwelle aus Muschelkalk und Partnachschiefern erhalten.

Wie Fig. 82 vorstellig macht, liegt dieser Gletscherschliff so, daß er nur zu einer Zeit entstehen konnte, wo der alte Vomperschuttkegel noch nicht bestand. Unmittelbar auf diesem alten Gletscherschliff lagert nun ein dichter blaugrauer Lehm mit einzelnen schön geschliffenen Geschieben. Diese lehmreiche Grundmoräne wird dann von groben jungen Bachschotter eingedeckt. Bei meinen ersten Besuchen vor zirka 40 Jahren war der Gletscherschliff noch wesentlich größer. Seither ist ein beträchtlicher Teil einem Steinbruch zum Opfer gefallen. Angesichts der Seltenheit und Wichtigkeit der Fundstelle für die Eiszeitgeschichte des Inntales wäre dieselbe wohl unter Naturdenkmalschutz zu stellen.

- 1 = blaugrauer Kalk
- 2 = schwarze Partnachschiefer
- 3 = zertrümmerter Kalk
- 4 = Eisschliff auf 1
- 5 = lehmreiche Grundmoräne mit gekritzten Geschieben
- 6 = Bachschotter.

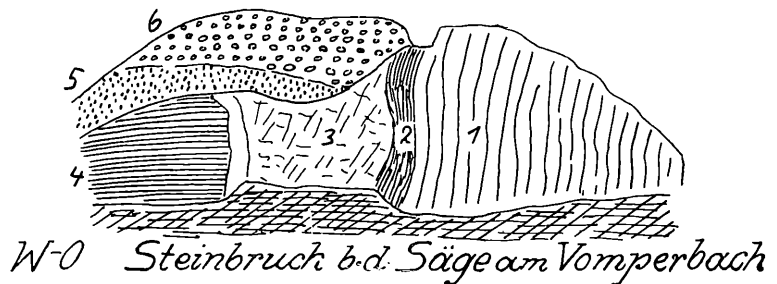


Fig. 82.

Über die Einschaltung des alten Vomperloch-Schuttkegels unterrichtet genauer Fig. 100. Dieser Kegel ist nicht nur sehr mächtig, sondern er unterteuft auch mit kräftigem Südfallen die heutige Bachsohle.

Wahrscheinlich sind auch die großen Reste von Gehängebreccien an der Südseite des Hohniße damit gleichaltrig. Der alte Schuttkegel und die Hangverschüttung geben uns einen guten Einblick in eine Zeit großartiger Gebirgsverschüttung. Das Verhältnis des riesigen Vomperloch-Schuttkegels zu den darübergreifenden Innschottern hat eine neue Straße von Vomp auf die Terrasse von Vomperberg gut erschlossen. In mehreren Schottergruben ist hier in einer Höhe von zirka 700 m noch der rein kalkige weißliche Vomperlochkegel angebrochen, wie Fig. 80 zeigt.

Dabei grenzen die groben, an Kristallin reichen, horizontalen Innschotter an steile Anschnitte des alten weißen Schuttkegels. Es muß daher der An- und Auflagerung der Innschotter eine kräftige Zustützung des alten Schuttkegels vorausgegangen sein.

In die Zusammensetzung der interglazialen Innaufschüttung haben die Anschnitte der neuen Autostraße von Wiesing nach Eben einige wichtige Einsichten eröffnet, über welche ich bereits in der Zeitschrift „Geologie und Bauwesen“ vom Jahre 1939 berichtet habe. Den größeren, kristallinreichen Schottern sind in der Terrasse von Fischl Sand- und Lehmlagen eingeschaltet.

Hier haben nun die steilen und ziemlich hohen Straßenanschnitte Profile ergeben, wie sie in Fig. 83 übersichtlich zusammengestellt erscheinen. Das Wesentliche daran ist die ruhige Einschaltung von kantigen, großen Gneis- und Granitblöcken in Feinsedimente der Inntal-

aufschüttung. Diese Sand- und Lehmlagen sind völlig ungestört. Daher ist wohl ausgeschlossen, daß die Blöcke etwa von oben in die Feinsedimente eingesunken sind.

Vielmehr ergibt sich als einzige begreifbare Lösung, daß dieselben von Treibeis über den Inntal-Stausee herbeigeführt wurden.

Das würde bedeuten, daß ein unterer Teil der Verlandung des Inntal-Stausees doch noch in der Nähe von kalbenden Eiszungen vollzogen wurde.

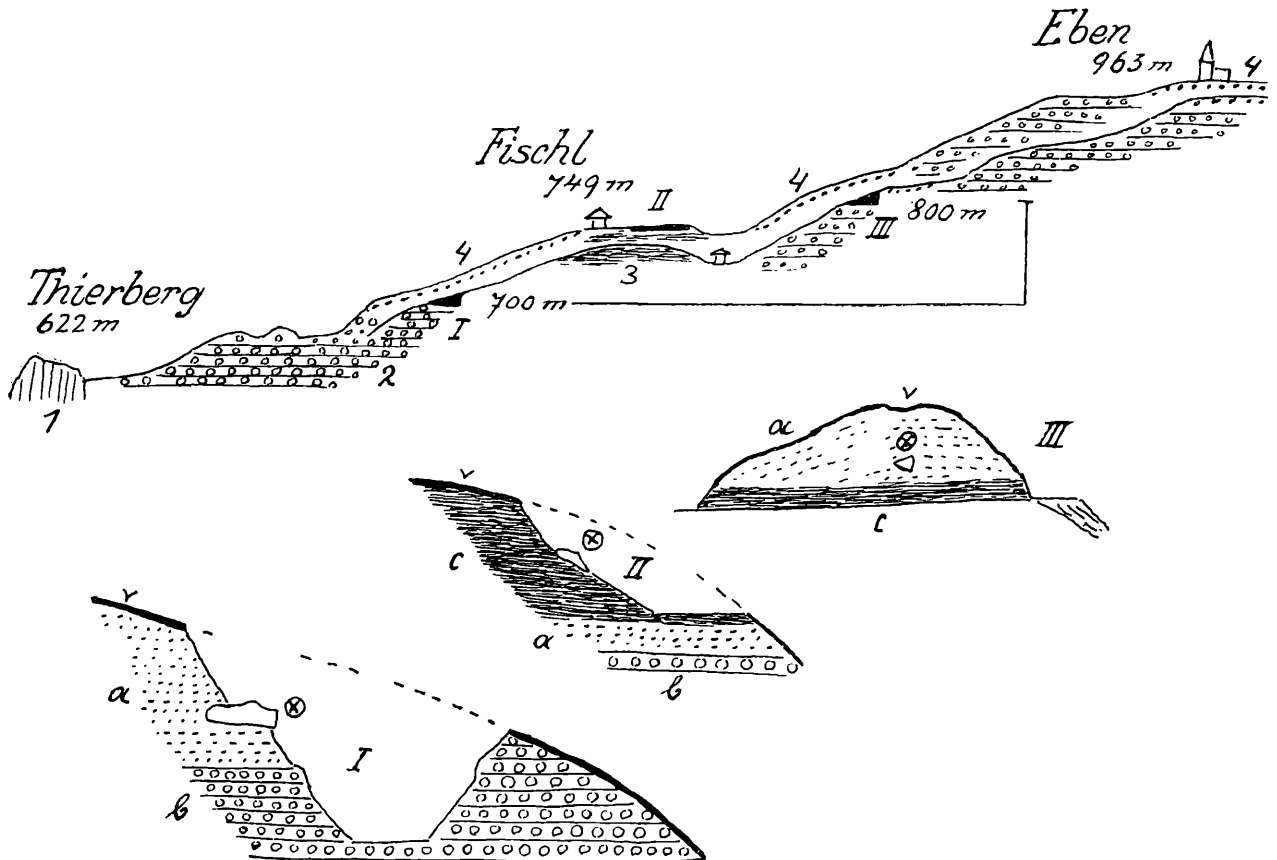


Fig. 83.

- 1 = Muschelkalk
- 2 = bunte Innschotter und Sande
- 3 = Bändertonlager
- 4 = Grundmoräne des Inngletschers
- I
- a = horizontale Innsande — Mehlsande
- b = gröbere Innschotter
- v = Verwitterungslehm
- ⊗ = großer kantiger Gneisblock

- II
- a = Innsande
- b = Schotter
- c = Lehmager mit Granitblöcken ⊗
- v = Verwitterungslehm
- III
- a = Schrägsande mit Granitblock ⊗
- c = Lehmager
- v = gelbbrauner Verwitterungslehm

Es ist ein großer Verlust, daß diese interessanten Fundstellen bei der Weiterarbeit nicht geschont, sondern vernichtet worden sind.

Wenn man die Höhenlage der gestrandeten kristallinen Blöcke zwischen 700—800 m in Betracht zieht, so scheint eine Herkunft aus dem gegenüberliegenden Zillertal noch am wahrscheinlichsten.

Das kalbende Gletscherende wäre etwa in der Gegend südlich von Mayrhofen zu suchen.

Sehr auffallend ist weiter, daß anscheinend große Blöcke von der unmittelbar darüber aufragenden Ebnerspitze nicht in diesen Feinsedimenten eingebettet wurden.

Der Aufbau der Abdämmung des Achensees wurde von I. Blaas, A. Penck und dem Verfasser schon vor langer Zeit eingehend behandelt. Die Annahme von Penck, daß der Eiswall des Zillertalgletschers das Inntal abgesperrt und hinter sich einen 80 km langen und über 400 m tiefen Stausee geschaffen habe, von dessen Verlandung heute noch als letzte Reste die Inntalterrassen übrig blieben, hat sich schon 1906 als unmöglich erwiesen. Es sind nämlich auch unterhalb des Zillertales in den Seitentälern dieselben Verbauungen mit Lehmen-Sanden-Schottern des Inn vorhanden. An die Stelle dieser unmöglichen Deutung habe ich die Annahme gesetzt, daß der Inntal-Stausee durch Tiefbiegung des Tales entstand und die Verlandung des Sees zur Gefällsausgleichung vollzogen wurde.

Diese riesenhafte Aufschüttung des Inntales erstreckte sich auch in die Talfurche des Achenseetales. Wie schon erwähnt, war dieses Tal mit seinen Seitentälern bis zur Felsschwelle von Achenkirchen dem Inntale zugehörig, wie noch die Reste von alten lokalen Talschottern bei den Sensenschmieden von Jenbach beweisen. Darüber aber drang dann die Innaufschüttung mit ihren Bändertonen-Sanden und Schottern unaufhaltsam in die Talöffnung ein.

Heute wissen wir aus den Bohrungen und der Caissonstrecke am Südende des Achensees, daß hier überall unter der Decke der Grundmoränen der Würmeiszeit noch die buntgemischten

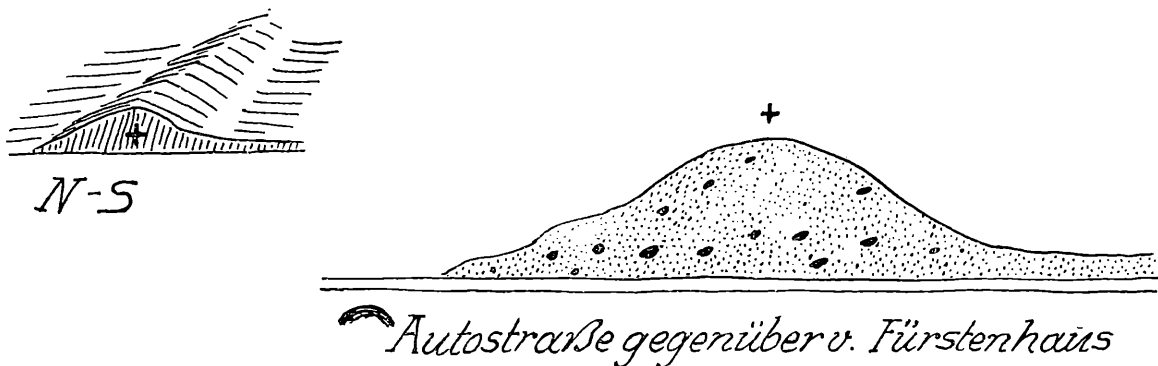


Fig. 84.

Ansicht und Straßenanschnitt des Grundmoränenwalles x. In der dichten, lehmigen, stark bearbeiteten Grundmoräne stecken zahlreiche schön geschliffene und gekritzte Geschiebe aus den Kalk- und Zentralalpen. Grundmoräne des Inntalgletschers der Würmeiszeit.

Innschotter anstehen. Die 40-m-Bohrungen bei Pertisau haben allerdings erst in der Tiefe von 34 m seltene, ganz kleine Geröllchen von Amphibolit-Gneis-Grauwackensandstein geliefert.

Immerhin bleibt sehr wahrscheinlich, daß der ganze heutige Wasserraum des Achensees mit Stausedimenten gefüllt wurde, die einerseits vom Inn, anderseits von den Seitenbächen beigesteuert wurden.

Dies bedeutet nicht weniger, als daß der heutige Seeraum erst von dem vordringenden Inngletscher der Würmeiszeit ausgeräumt wurde. Den Beginn dieser Ausräumung kann man zwischen Seespitze und Kasbachgraben in breiten Furchen und Drumlinformen der Grundmoräne gut erkennen.

Einen weiteren Beweis für diese junge Ausräumung des Achenseebeckens kann man dann in den großen Massen von Grundmoränen erblicken, welche nordwärts von Achenkirchen in die Felsschluchten eingepreßt liegen und dabei Unmassen von kristallinen Geschieben enthalten. Sie stammen zum größten Teil von der Ausschaufelung und Geschiebeverarbeitung der Füllmasse des Achenseebeckens ab. An den Achenseeufeln ist beim Bau der neuen Autostraße mehrfach die Würmgrundmoräne sehr gut erschlossen worden. Einer der größten Aufschlüsse befindet sich gegenüber vom Hotel Fürstenhaus. Wie Fig. 84 schematisch darstellt, wurde hier ein Querwall von Grundmoräne angeschnitten. Die dichte, stark durchgeknetete

Grundmoräne ist mit Blöcken und Geschieben reichlich gespickt. Die Blöcke erreichen  $\frac{1}{2} m^3$  und sind völlig glatt geschliffen, daß sie in der Nässe spiegeln.

Vor allem handelt es sich um weiße Riffkalke, rote Liaskalke sowie Amphibolite, Gneise, Grünschiefer, Phyllite. Die Auswahl der Geschiebe ist außerordentlich bunt. Eine Menge von Breccienarten, darunter auch solche aus dem Bestand der Muttekopf-Gosau des Oberinntales, des Sonnwendgebirges, Vertreter von Wettersteinkalk und Muschelkalk, der Altrias, lassen sich hier erkennen. Das Geröllmaterial ist größtenteils den überwanderten Innschottern entnommen. Weiter nördlich ist am Helleck dieselbe Grundmoräne unmittelbar dem blankgeschliffenen Hauptdolomit aufgesetzt.

Über den Verband Inntalschotter-Würmgrundmoräne-Seekreide, Seeschlamm unterrichtet am besten das Profil der Caissonstrecke, Fig. 85. Hier ist die Schlammdecke besonders mächtig. Durch das Spiel der künstlichen Seesenkung und Hebungen ist diese Zone an allen steileren Uferstrecken entweder zur Abgleitung oder zur Auswaschung durch den Wellenschlag gekommen. Eine verhältnismäßig sehr mächtige Ablagerung von sandigem Lehm wurde durch Bohrungen hinter den Hotels Post und Stefanie in der Bucht von Pertisau entdeckt. Diese Ablagerung reicht aber nicht bis zum Achensee heraus, sondern keilt in dieser Richtung in Sand- und Schotterlagen aus. Es handelt sich nicht um Seekreide. Wahrscheinlich haben wir die Schlammverlandung einer abgeschnürten Bucht vor uns.

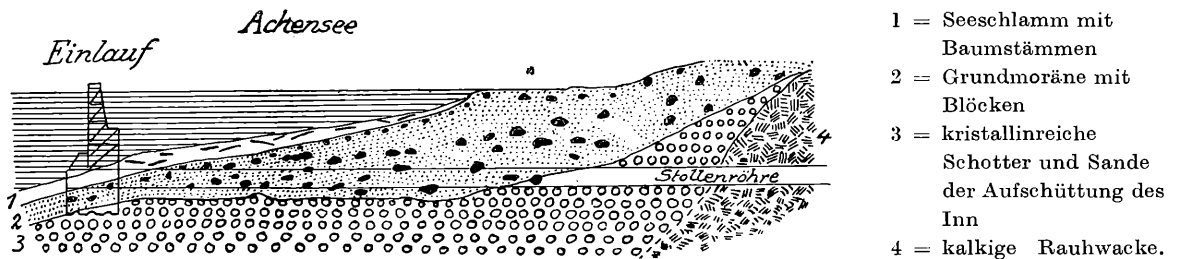


Fig. 85.

Die Ablagerungen der Schlußvereisung sind an zahlreichen Stellen des Gebirges vorhanden und vielfach auch recht deutlich in allen drei Stadien erhalten. Eine der schönsten und vollständigsten Gliederungen ist an der Nordseite der Montscheinspitze, Fig. 86, zu sehen.

Sie nimmt ihren Ausgang von einem seltsam regelmäßigen tiefen Kare, das vorne von einer hohen Felsschwelle abgeriegelt wird. Dieses Kar ist vollständig in steilgestellten Platten von Hauptdolomit eingeschnitten.

Auf der abgerundeten Felsschwelle liegt ein schmaler, feingeschwungener Moränenwall. Dahinter sind eine Reihe von kleineren Querwällen angeordnet, welche die Auflösung des obersten Gletscherrestes in kleine Eiszungen beweisen.

Unter der hohen Felsschwelle aus Hauptdolomit folgt eine flache Talstrecke, die gegen N von einer Schwelle aus Oberjura-Hornsteinkalken abgeschlossen wird.

Auch dieser Raum dürfte eine vom Eise ausgeschliffene Felsschüssel vorstellen, die heute verlandet ist und zu der an der Westseite eine wohlausgebildete Moränenzunge herabhängt. Von der Jurafelsstufe, auf welcher der Hochleger der Hinterschleimsalpe steht, führt ein Serpentinweg zum Niederleger dieser Alpe hinunter. Hier gelangen wir zu den Endmoränen des Montscheingletschers, welche in 6—7fache deutliche Wallformen in drei Stufungen aufgelöst sind. Sie vereinigen sich schluchtartig dann mit den Moränen aus dem schuttreichen Plumbachtale, dessen drei Hochkammern zwischen Montscheinspitze und Kompar eingebaut sind. Sehr schöne und feingegliederte Moränenwälle der Schlußvereisung befinden sich weiter an der Nordseite von Lamsenspitze—Schafkarspitze. Zu oberst grenzen drei Zungen aneinander. Von diesen reicht dann die östliche tief bis ins Becken der Binsalpe hinab.



Unterhalb der Binsalpe sammelt sich neuerdings Moränenschutt an, dessen Ausläufer gegen die Eng hinabweisen.

Während also das Moränengewinde an der Nordseite von Lamsenspitze—Schafkarspitze eine volle Auswahl an Formen liefert, weisen die steilen Felskare an der Südseite eine große Armut an Moränen auf. Die drei Kare Schneepfanne—Schafkar—Lamsenkar, welche sich unten zur Schlucht des Zwerchloches zusammenschließen, enthalten nur spärliche hochgelegene Moränenreste. Sonst herrscht hier der blanke, wenig begrünte Felsboden. Ich bin zur Ansicht gelangt, daß nicht nur heute, sondern auch schon in der Zeit der Schlußvereisung der Winterschnee zu großem Teil in der Form von Lawinen zum Abschluß gelangte.

Es ist schon erwähnt worden, daß in den großen Tälern Tristenau—Falzthurn—Pletzach keine diesen großen Sammelräumen entsprechende Endmoränen zu finden sind. Demgegenüber stellt das breite und tiefe Engtal gerade an der Stelle, wo sich dasselbe aus der Südrichtung in die Westrichtung umbeugt, eine mächtige Moränenmasse zur Schau, welche aus drei langen Moränenwällen summiert erscheint.

Diese Wälle sind so angeordnet, daß sie das Abschmelzen der langen Zunge des großen Enggletschers gut verfolgen lassen.

- 1 = Hauptdolomit und Plattenkalk
  - 2 = Kössener Sch.
  - 3 = Liaskalke
  - 4 = Fleckenmergel
  - 5 = Oberjurakalke
  - 6 = Neokommergel
  - 7 = Zuschüttung des vom Gletscher ausgeschliffenen Felsbeckens
- Mächtige dreistufige Endmoränen beim Niederleger der Hinterschleimsalpe.

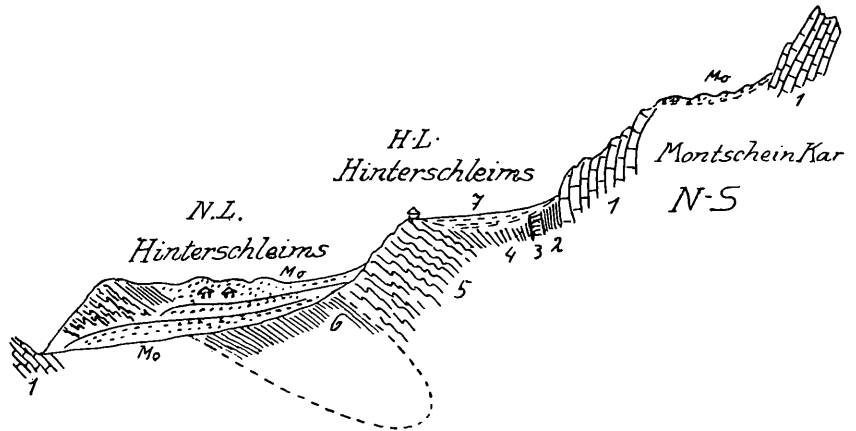


Fig. 86.

Dieser Gletscher hatte im Hochstand von den Eiskaren aus eine Länge von etwa 8 km erreicht. Er gehörte also schon zu den großen Gletschern der Schlußvereisung.

Der Gletscher an der Nordseite der Schaufelspitze scheint nach den im Sulzgraben hinterlassenen Seitenmoränen mit dem Enggletscher zeitweise im Verande gewesen zu sein. Dasselbe ist auch mit dem Gletscher an der Nordseite des Sonnjoches der Fall gewesen. In dem großen Grammeikar sind hier nur die beiden oberen Moränenstufen erhalten.

Wenn man die neue Karwendelkarte überschaut, so ist man erstaunt, wie wenig im Innern dieses Gebirges von dem Nachlaß der Würmvergletscherung erkennbar geblieben ist. Wenn man aber bedenkt, wie hier jedenfalls auch in der Würmeiszeit das Gebirge von seinen Lokalgletschern besetzt und verteidigt war, so schwindet das Staunen.

Nur an den beiden Pforten von Scharnitz und von Achenkirchen vermochte der Innegletscher die Lokalgletscher auf die Seite zu drängen.

Es gibt aber hier keine Profile, aus denen man das Kampfverhältnis zwischen den Eismassen des Innegletschers und jenen der Karwendelgletscher ablesen könnte. Dagegen trifft man mehrfach Stellen, wo sichere Ablagerungen des Ferneises von den Moränen der Schlußvereisung überdeckt sind.

Eine solche Stelle findet sich auf der Stufe des Niederlegers der Kotalpe. Diese Stufe erhebt sich mit Steilwänden aus Hauptdolomit aus der Tiefe des Achensees. Wie die Aufschlüsse der neuen Autostraße gezeigt haben, liegt unten typische Würmgrundmoräne auf eisgeschliffenen Felsen.

Steigt man zur Stufe des Niederlegers der Kotalpe empor, so hat man hin und hin Begegnungen mit kristallinen erratischen Blöcken. Diese Blöcke reichen etwa bis 1300 *m* hinauf. Von dort aufwärts treffen wir bis zum Mittelleger der Kotalpe, 1602 *m*, nur mehr lokales Blockwerk aus dem Sonnwendgebirge, und zwar vorwiegend Rätkalke—weiße Riffkalke—Liaskalke. Beim Mittelleger der Kotalpe ist zwischen Schwarzenaubach und Laubschlaggraben eine Felsschwelle eingeschaltet, hinter der ein verschüttetes Talbecken liegt.

Ein Querschnitt, Fig. 87, gibt uns ein Mittel in die Hand, die Eisdicke des Kotalpgletschers zu bestimmen.

Es liegt hier nämlich am Dolomitgehänge des Kotalmjoches eine kleine Seitenmoräne von Kalkblöcken. Sie reicht etwa 30 *m* über den Talboden empor. Diese Zahl gibt dann auch die gesuchte Eisdicke des Kotalmgletschers. Dieser Gletscher nahm seinen Ausgang aus dem hohen Tal zwischen Kotalmjoch—Klobenjoch und Dalfazer Joch. Von hier aus drang der Gletscher im Hochstand bis auf etwa 1000 *m* herab. Er erreichte in dem Graben hinter Seehof den Achensee nicht mehr völlig.

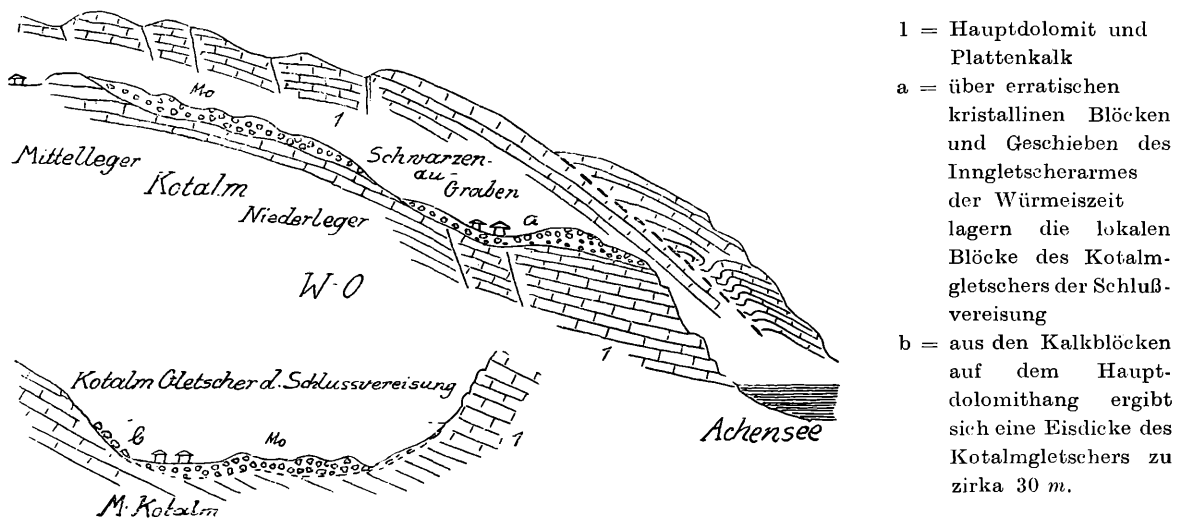


Fig. 87.

Jedenfalls reicht aber seine grobe Blockmoräne um zirka 300 *m* tiefer herab als die erratische Blockstreuung bei der unteren Kotalpe. Schräg gegenüber von der Stufe der unteren Kotalpe, 1258 *m*, liegt die schöne Stufe der Kogelalpe, 1277 *m*, ebenfalls aus Hauptdolomit, ebenfalls eisgeschliffen und ebenfalls mit dem Schmuck kristalliner Irrsteine.

Man staunt über die Gleichheit der Höhe und die Ähnlichkeit der eiszeitlichen Formung.

Hohe Lokalmoränen liegen im Kar des Kühbodens und in reichlicher Fülle an der Nordseite der Seekarspitze bei der Seekaralpe, 1472 *m*.

Nördlich gegenüber ist ein flacher Berghang, der vom Riederberg über die Gfölleralpe zur Kristlumahöhe, 1757 *m*, aufsteigt. Auf diesem langgestreckten Felsrücken aus Hauptdolomit ist verhältnismäßig viel eiszeitliches Blockwerk liegen geblieben.

Wie das Profil, Fig. 88, ausführt, ist dieser Rücken besonders im unteren Teil vielfach mit Rückfallwällen ausgestattet, in deren Hintertaschen die Erratika sicher aufbewahrt wurden. Das Profil beginnt im O bei der Kapelle, 955 *m*, und steigt in vielen kleineren Abstufungen zur breiten Kuppe des Riederberges, 1293 *m*, auf. Die kristallinen Findlinge lassen sich hier noch über die Höhenlinie von 1000 *m* verfolgen.

Am nächsten, nördlich benachbarten Kamm des Jochberges gibt es eine noch etwas höhere Fundstelle bei der Brännalpe, 1216 *m*, über welche Fig. 89 kurz berichtet. Hier ist auf Gletscherschliffen typische, stark bearbeitete Grundmoräne des Inn-gletschers mit Gneisen—

Liaskalken—Jura-Hornsteinen erhalten geblieben. Es ist eine kleine Schonstelle einer früher viel ausgedehnteren Moränendecke. Etwas tiefer fand ich im Wald verborgen einen riesigen Steinleib von Granatamphibolit. Unterhalb des Riederberges von Fig. 88 ist ebenfalls im Walde zwischen 1120—1200 *m* ein Lager von großen Kantblöcken versteckt. Es besteht aus Rät- und Liaskalken.

Die Kalkblöcke steigen aber noch viel höher an und sind noch im Bereiche der Kristlum-Mäher zwischen 1600—1700 *m* aufzufinden.

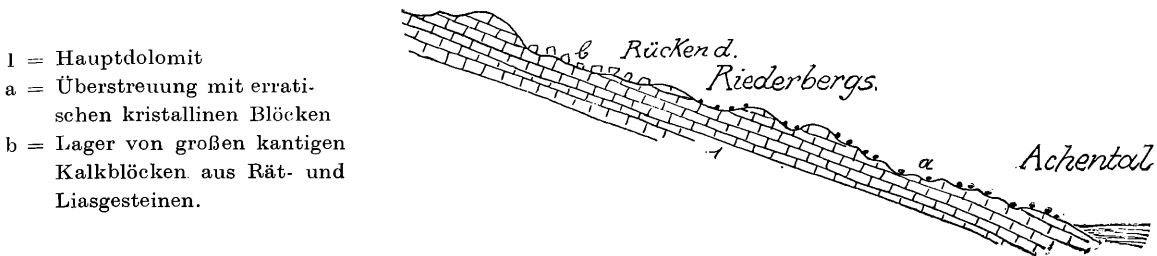


Fig. 88.

Zieht man die Summe aus den Beobachtungen über das Grenzverhältnis zwischen den kristallinen und den einheimischen Findlingen, so erhält man in Umrissen folgenden Einblick:

Die höchste hier bisher bekanntgewordene Erratfundstelle am Schleimsjoch liegt bei der Vorderschleimsalpe 1559 *m* hoch. Es ist aber menschliche Verschleppung möglich.

Die nächsthohen kristallinen Findlinge steigen bei der Turraalpe bis über 1400 *m* empor. Bei der unteren Kotalpe, am Kögljoch, bei der Kogelalpe, Brännalpe schwankt die erratische Grenze um 1300 *m*.

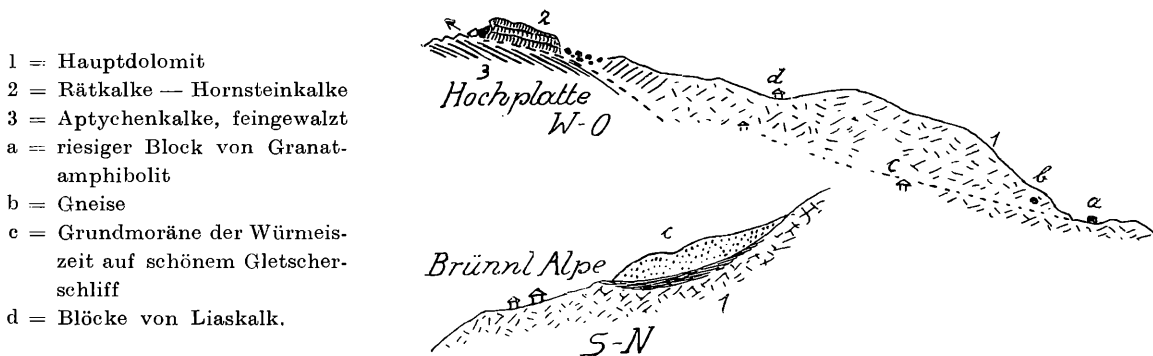


Fig. 89.

Diese Grenze zeigt aber bestimmt nicht die Höchstgrenze des Inntaleises in der Achenseetalung an, was die höheren Bergzurundungen beweisen. Läßt man die Errathöhe des Schleimsjoches gelten, so bekäme man auf eine Luftlinie von zirka 6½ *km* ein Gefälle von zirka 350 *m*, was wohl unwahrscheinlich viel ist.

Zieht man nur die Turraalpe in Betracht, so sinkt das Gefälle auf unter 200 *m*, was schon begreifbarer wäre. Dabei darf man freilich nicht außer acht lassen, daß die wirkliche Bahnlinie der Gletschermittelpunkt über den Achensee zirka 9 *km* beträgt und dabei eine Ausräumung des verlandeten alten Tales von vielleicht 150 *m* Tiefe geleistet wurde. Das bedeutet eine weitere Verminderung des Gefälles pro Kilometer Fließstrecke.

Die Bestimmung der Höhe der Irrblockstreuung wurde an offenkundig geschützte Fundstellen angeknüpft. Dazwischen sinkt dieselbe ganz erheblich, und zwar unverkennbar durch das Herabdrängen der lokalen Endmoränen der Schlußvereisung.

Aus diesem Befunde geht klar hervor, daß der Arm des Inngletschers, welcher das Achenseetal durchzog, keinesfalls mit diesen Lokalgletschern gleichaltrig gewesen sein kann. Auch hier würde bei der Annahme der Gleichaltrigkeit das Wachsen der Seitengletscher mit dem Abschmelzen des Talgletschers zusammenfallen. Eine solche Verbindung ist nicht bestandfähig.

Zwischen dem Großgletscher der Würmeiszeit und der Schlußvereisung muß eine wärmere Zeit mit völliger Abschmelzung der Alpen eingeschaltet sein.

Heute sind wir über diese Zeit im Achenseetal durch die Forschungen von Rudolf Graf v. Sarnthein schon ausreichend unterrichtet worden.

### Schatz von älteren Landformen.

Das Älteste, was im Karwendelgebirge an Landformresten aufzufinden ist, sind wohl die Furchen und Täler in der Lechtaldecke, in welche die Altriasmassen der Inntaldecke bei ihrer Nordfracht eingefüllt wurden. Diese Einfüllung muß schon vor der Gosauzeit erfolgt sein.

Natürlich sind diese uralten Talformen nur dort gut erhalten, wo sie noch von ihrer Füllmasse geschützt werden. Wir können daher nur Anschnitte solcher Talformen zur Kenntnis kriegen. In der Profilreihe durch das Stanserjoch, Fig. 1 bis Fig. 5, sind die Umrisse solcher Taleinschnitte noch deutlich kennbar. Offenbar handelt es sich hier um eine Talform, welche im W als schmalerer Einschnitt beginnt, im Gebiete des Ochsenkopfes schon ziemlich breit wird und zwischen Stanserjoch und Bärenkopf die stattliche Breite von etwa 2 km bei einer Tiefe von zirka 1 km aufweist.

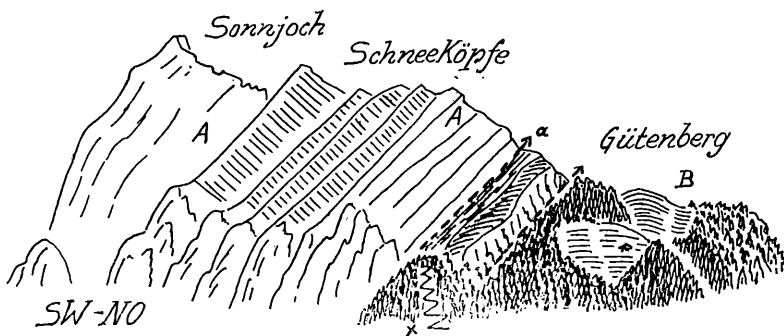


Fig. 90.

A = Triaskalkgebirge

B = Kreidemulde des Gutenbergs

Die schräge Ansicht zeigt den feinen Zusammenklang der Kantenneigungen mit den alten Schubahnneigungen

x = der Hang unter dem Steig besteht aus einem verkalkten Schuttkegel

a = Ausstrich der Reliefüberschiebung.

Freilich ist es nicht ausgeschlossen, daß eine solche alte Talform bei der gewaltsamen Überschiebung auch verdrückt oder verzerrt wurde.

Seltener und weniger gut als die Hohlformen wurden die Hochformen erhalten. In unserem Gebiete sind wohl die Kerne des Sonnjochs und Stanserjochs die besterhaltenen alten Bergformen.

Sehr deutlich läßt die Grundform der Querschnitt des Stanserjochs erkennen. Hier sieht man übrigens gerade an den Profilen durch den Lärchkarlkopf und das Kaserjoch, Fig. 7 und 8, wie stark diese alten Bergformen durch die Gewalt der Überschiebungen überstülpt worden sind.

Wahrscheinlich noch älter als dieses Relief des Karwendelgebirges sind in dem benachbarten Sonnwendgebirge die Formen der Rollfalten, welche durch die Auflagerung der Hornsteinbreccien in Abgüssen zur Erhaltung gekommen sind.

Dieselbe kann man aber ganz einfach in Abzug bringen und erhält so ebenfalls ein Bild uralter Landformung.

Wesentlich jünger sind dann die Formungen von weit ausgespannten Verebnungen, wie sie uns z. B. in der Gegend von Plums- und Schleimsjoch überzeugend entgegnetreten.

Diese Einrundungen werden von den Nachbartälern aus mit schroffen Schluchten angefrassen.

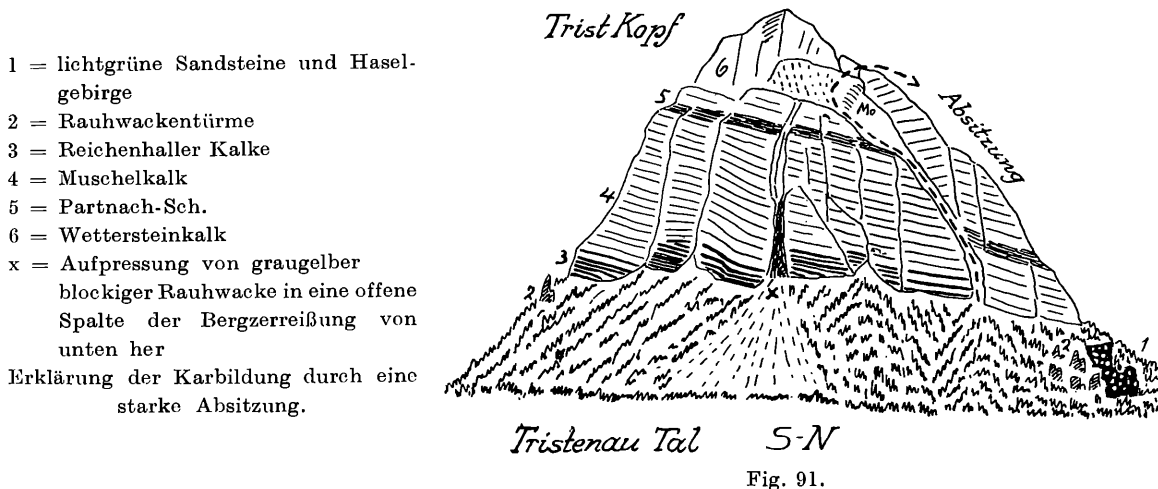
Vom Plumsjoch greifen diese geschonten Altflächen ganz deutlich gegen den Nordgipfel der Bettlerkarspitze empor, wie Fig. 25 veranschaulicht. Dieser glatte Steilhang ist mit einer locker gebundenen Gehängebreccie eingedeckt.

Derselben Art von Gehängebreccie begegnen wir dann an der Südseite der Schneeköpfe, wie die Fig. 90 als Ansicht vergewissert. Diese Breccie lehnt sich hier gerade zu der Schubbahn der Inntaldecke wie eine breite Leiter hinan. Sie reicht hier über die Höhenlinie von 1500 m empor.

Auch vom Basiljoch zieht gegen das Pletzachtal eine ähnliche, gelbliche, verkrustete Gehängebreccie herab.

Es ist aber angesichts der steilen Lagerung dieser Gehängebreccien doch zu überlegen, ob sie nicht gegenüber den hohen Verebnungen einen beträchtlich jüngeren Vorgang bedeuten.

Jedenfalls war zur Zeit der hohen Einebnungen oder besser Einrundungen im Karwendelgebirge ein Reich mildgerundeter Jöcher und Berge vorhanden. Wahrscheinlich jünger und



schon an steilere Gehänge geknüpft, ist die Zeit der Gehängebreccien, am schönsten ausgebildet an der Südseite des Hohniöhl. Hier sind diese Hangbreccien dann auch mit dem alten Vomperlochkegel nahe verwandt, der aus derselben schuttreichen Zeit stammt.

In die weiten Verrundungslandschaften wurden dann die scharfen Karformen eingraviert.

Wahrscheinlich ist eine beträchtliche Hebung des Gebirges der Urgrund für eine solche, derart ausgeprägte Verschärfung ihrer Formenwelt.

Es bleibt aber noch zu untersuchen, wie weit diese Formen von den wohl erst nachfolgenden Eiszeiten umgestaltet, bzw. nur als Wohnräume benutzt worden sind.

Von der Vorstellung, daß die Karräume im wesentlichen von den Gletschern ausgearbeitet wurden, ist jedenfalls heute ein großer Teil der Eiszeitforscher bereits abgekommen. Freilich darf man auch nicht gleich ins Gegenteil verfallen und zwischen diesen Formen und der Eisarbeit jeden Zusammenhang leugnen wollen.

Es ist ja auch weit interessanter, die Bereiche der eiszeitlichen Formungen von den älteren und jüngeren Formkreisen der Wasser- und Winderosion im einzelnen zu trennen.

Es gibt im Kartenbereich eine Karbildung, von der man mit Sicherheit behaupten kann, daß sie kein Werk der Eiszeit sei. Ich meine die an sich klare Karform unter dem Gipfel des Tristkopfes.

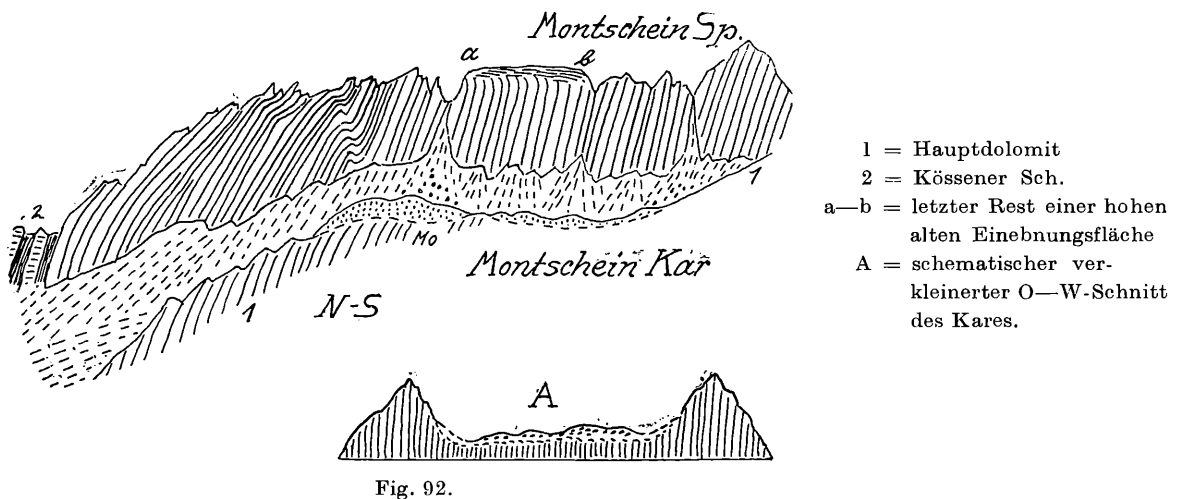
Dieser Gipfel besitzt eine ungemein schlanke, dreikantige Form. Der auffallend schlanke Gipfel trägt nun, wie Fig. 91 erläutert, an seiner Ostseite eine Ausnehmung zur Schau. Dieser

Hohlraum wird unten von einer Felsschwelle gegen die Steilmauern des Tristenautales abgetrennt. Es gibt nun für diesen ganz aus dem festen Wettersteinkalk herausgeschnittenen Hohlraum wohl nur zwei Erklärungen. Entweder ist es eine Schöpfung der Eisgewalten oder der Bergzerreißungen.

Für die Eiswirkungen fehlt nach meiner Einsicht das genügende Hinterland. Dagegen kann der Hohlraum durch Absitzungen von Teilen des Bergkörpers an steilen Klüften, wie Fig. 91 im Schema andeutet, entstanden, bzw. vorgebildet sein.

Jedenfalls haben die Gletscher später diese Absitzungsnische für ihre Besiedlung weiter ausgebaut.

Eine zweite, ebenfalls schon erwähnte wunderbare Karform liegt an der Nordseite der Montscheinspitze. Auch hier ist eine alleinige Schaffung durch bewegliches Eis nicht möglich. Bei Betrachtung des Schemas von Fig. 92 erwächst uns leicht die Anschauung, daß hier ohne eine vorgegebene Wasserfurche die Eisbedeckung wahrscheinlich ihre Abflußrichtung gegen den unmittelbar nahen tiefen Einschnitt des Plumbachtales oder gegen die Montscheinalpe



hin gewählt hätte. Nach beiden Richtungen wird heute der tiefe Karraum nur von schmalen Felsgraten abgezäunt.

Man kommt so zur Einsicht, daß hier unbedingt eine alte Wasserfurche den Vergletscherungen ihren Weg vorgezeichnet hat, den sie dann für ihre Bewegungsart umgebaut haben. Diese Umbauung bestand zunächst in einer Verbreiterung der alten schmälern Talform und weiter in einer Herausarbeitung und Verschärfung der Stufen. Hinter den Stufen wurden Felsbecken ausgeschliffen.

In der Zeit der Großvergletscherungen dürften wohl alle Kare mit lokalem Eise vollbesetzt gewesen sein. In der Zeit der Schlußvereisung ist es jedoch fraglich, ob es noch zu einer Vollbesetzung gekommen ist. Die obersten Moränen, die sich in den verschiedenen Karen erhalten haben, beweisen jedenfalls deutlich genug, daß die zugehörigen Gletscher ihre großen Wohnräume nicht mehr zu füllen vermochten.

Eine eigenartige Gruppe von Karen vereinigen sich im Hintergrunde der tiefen Klamme des Zwerchloches. Diese Kare sind dadurch ausgezeichnet, daß sie sich von oben gegen unten nur relativ wenig verschmälern. Am schärfsten ist dieser Typus im Schafkar ausgeprägt, dessen Felsboden eine durchschnittliche Breite von zirka 300 m aufweist, der ganz scharf gegen die Seitenwände abgegliedert erscheint.

Dabei ist der Besitz von Moränen sehr bescheiden. Der Felsboden dieser Kargassen steigt steil gewölbt empor und hat nur oben verschüttete Rückfälligkeiten.

Beim Anblick dieser Kargassen hat man den Eindruck, daß es sich vielleicht um nachträgliche Verbiegungen von ehemals flacheren Karformen handeln kann.

Außer den Karformen läßt sich auch an vielen Berghängen die glaziale Abschleifung einwandfrei beobachten. Wenn man z. B. die Ansicht des Gehänges von Seeberg—Seekarspitze von Fig. 62 näher betrachtet, so kann man erkennen, wie einzelne geglättete Hangteile zwischen wildem Schluchtwerk eingeschaltet sind. Durch ihre Glättung, welche sicherlich von der Abschleifung durch den vorbeistreichenden Eisstrom des Innigletschers herrührt, sind sie

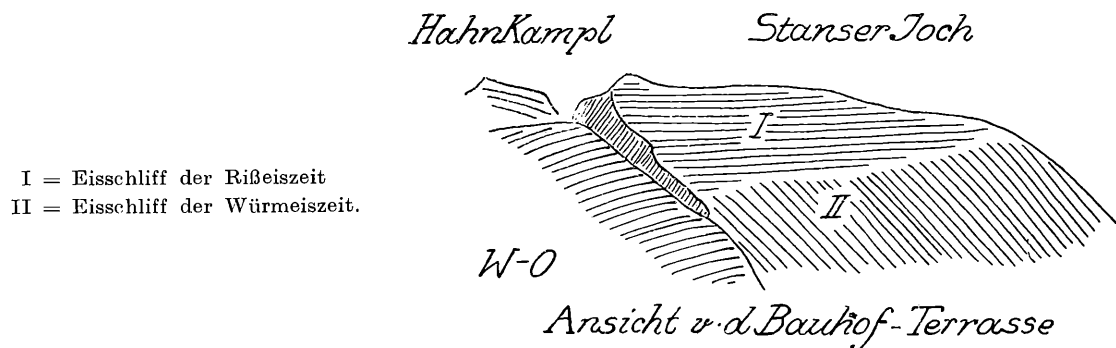


Fig. 93.

für die Bewachung wesentlich geeigneter geworden. Sie heben sich durch einen dichten grünen Filz von Legföhren von dem nackten Schluchtwerk recht wirkungsvoll ab.

Die ausgedehnteste Eisabschleifung des ganzen Gebietes offenbart sich an dem langen Kamm des Stanserjoches. An diesem Kamm hat nicht nur der Hauptstrom des Innigletschers, sondern auch noch der Seitenstrom der Achentaler Abzweigung fleißig und lang abschleifend gearbeitet.

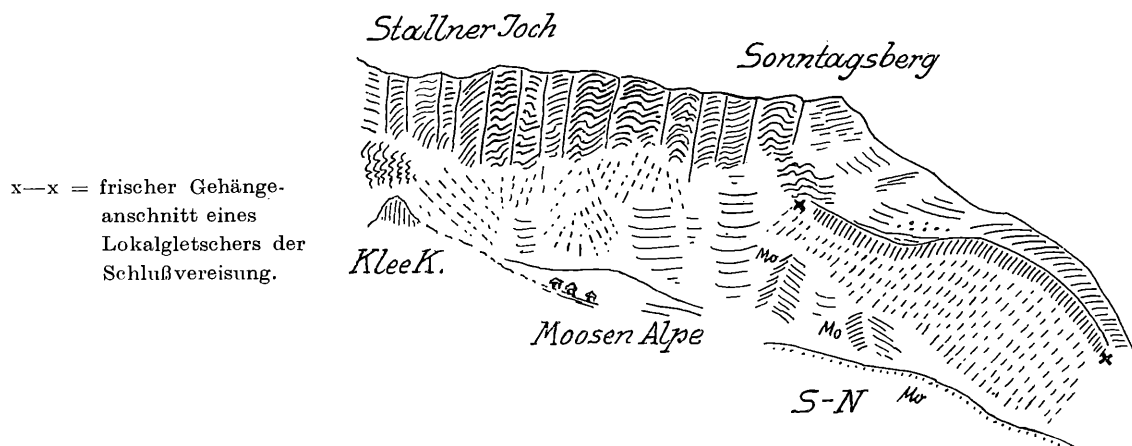


Fig. 94.

Bei guter Beleuchtung lassen sich, wie Fig. 93 schematisch abbildet, zwei wohl auch altersverschiedene Schleifflächen unterscheiden. Es ist eine höhere und flachere Abschleifung von einer jüngeren tieferen etwas steiler unterschritten worden.

Wahrscheinlich haben wir hier einen Schließflächenrest aus der Rißeiszeit vor uns, der von der Abschleifung der Würmeiszeit unterschritten wurde.

Die unteren Eisschliffhänge an der Südseite des Stanserjoches sind reichlich mit erratischem Materiale eingedeckt. Größere Gneisblöcke reichen z. B. am Aufstieg zum Niederleger der Stanseralpe bis zur Roßfall bei zirka 1200 m empor.

Erheblich höher fand ich schon vor vielen Jahren am Aufstieg zur Plattenalpe, 1488 m, von St. Georgenberg aus reichlich kristalline Blöcke. Die Alpe hat ihren Namen von den hier besonders gut erhaltenen Gletscherschliffen.

Ziemlich verbreitet finden sich in Spalten und Eintiefungen gelbe, sandig-lehmige Nester mit Kristallin und mehlfeinem Glimmer. Die Größe der Hellglimmerblättchen beträgt nur zirka  $\frac{1}{100}$  mm. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen Feinstsanden um Lößverwehungen aus dem Inntale.

Es gibt aber auch noch jüngere glaziale Unterschneidungen von Berghängen. Eine solche führt die Ansicht von Fig. 94 aus der Gegend der Moosenalpe vor. Hier handelt es sich wahrscheinlich um eine junge Unterschneidung, die wohl dem Hochstande der Schlußvereisung angehören dürfte.

### Die weiteren baumäßigen Zusammenhänge.

Nach der Versenkung in vielerlei Einzelheiten ist der Wunsch begreiflich, sich in eine größere Höhe zur Umschau zu erheben. Es ist, wie wenn man alle Einrichtungen und Möbel einer Wohnung genau betrachtet hat, doch eine gesteigerte Freude erwächst außer dem Hause, auch die Gassen und Plätze der Heimatstadt kennenzulernen.

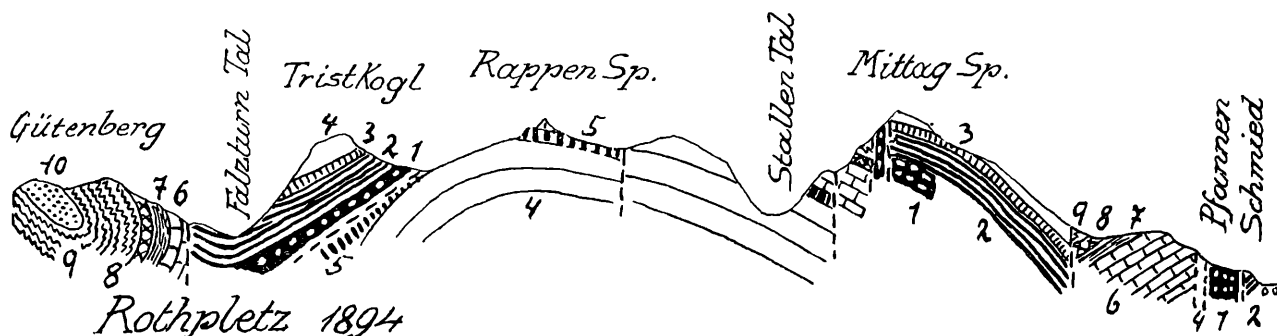


Fig. 95.

- |                     |                   |                  |
|---------------------|-------------------|------------------|
| 1 = Myophorien-Sch. | 5 = Raibler Sch.  | 8 = Unterer Jura |
| 2 = Muschelkalk     | 6 = Hauptdolomit  | 9 = Oberer Jura  |
| 3 = Partnach-Sch.   | 7 = Kössener Sch. | 10 = Neokom.     |
| 4 = Wettersteinkalk |                   |                  |

Nun ist zwar das Karwendelgebirge eine große Wohnung, aber die zugehörige Umgebung ist doch riesenhaft viel größer und oft geheimnisvoll damit verschlungen.

Die Ausgangsmöglichkeit für eine großzügige Betrachtung der Beziehungen zwischen dem Karwendelgebirge und seiner Umgebung hat erst die Deckenlehre geschaffen. Sie hat zu einer Zerlegung dieses Gebirges in zwei große Bewegungseinheiten, die unten liegende Lechtal- und die oben liegende Inntaldecke geführt. Diese Auflösung habe ich bereits 1903 begründet. Durch die neuen Untersuchungen hat dieser Befund volle Bestätigung erhalten. Dabei hat sich eine weitere mechanische und zeitliche Gliederung der Vorgänge ergeben.

In der bisherigen Schilderung wurde die Lechtaldecke gleichsam als Grundlage aller darauf erfolgten Bewegungen festgehalten. Diese Art einer beschränkten Betrachtung ist für eine Lokalbeschreibung bequem und ausreichend. Sie soll und kann aber durch eine tiefergreifende Anschauung unterstützt werden. Es ist nützlich, zu Beginn dieser Untersuchungen sich der wichtigsten neueren Querschnitte des Karwendelgebirges zu erinnern. Ich ziehe dazu nur die Arbeiten seit der Aufnahme von A. Rothpletz in Betracht, weil den älteren Autoren nur ganz ungenaue räumliche Kenntnisse des Gebirgsbaues zur Verfügung standen.

Die geologische Neuaufnahme, welche A. Rothpletz in den Jahren 1886—87 im Verein mit W. Clark, Eb. Fraas, G. Geyer, O. Jackel, O. Reis und R. Schäfer ausgeführt hatte,



lieferte eine Karte im Maßstab 1 : 50.000 des nördlichen Teiles des Karwendelgebirges, welcher auch ein Querschnitt beigegeben war. Dieser Querschnitt verläuft vom Lafatscher im S bis Vorderriß im N und bleibt daher ganz westlich außerhalb des hier behandelten Kartengebietes. Das Bewegungsspiel zwischen den einzelnen Schollen des Gebirges wird ausnahmslos an vertikalen Verwerfungen vollzogen.

Im Alpenquerschnitt hat dann Rothpletz 1894 sich neuerdings mit dem Karwendelgebirge beschäftigt und diesmal einen Schnitt beigezeichnet, der, wie Fig. 95 zeigt, auch unser Gebiet schneidet.

Der Schnitt enthält viele richtige Angaben, versagt aber in bezug auf die weiteren tektonischen Zusammenhänge, welche er wieder vertikal zerhackt. Zwischen Rappenspitze und Tristkogel erscheint eine schräge Überschiebung eingetragen, welche, wie ein Vergleich mit Fig. 1 lehrt, einen Ausschnitt der großen Schubbahn darstellt, die Lechtal- und Inntaldecke trennt.

Rothpletz glaubte noch, daß diese Bahn von N gegen S, also in umgekehrter Richtung, befahren worden sei. Der nächste und in den Zusammenhängen wesentlich richtigere Querschnitt stammt vom Verfasser und erschien 1902. Er liegt knapp westlich vom Ostblatt der neuen Karwendelkarte und verläuft vom Wildanger nordwärts zum Kompar.

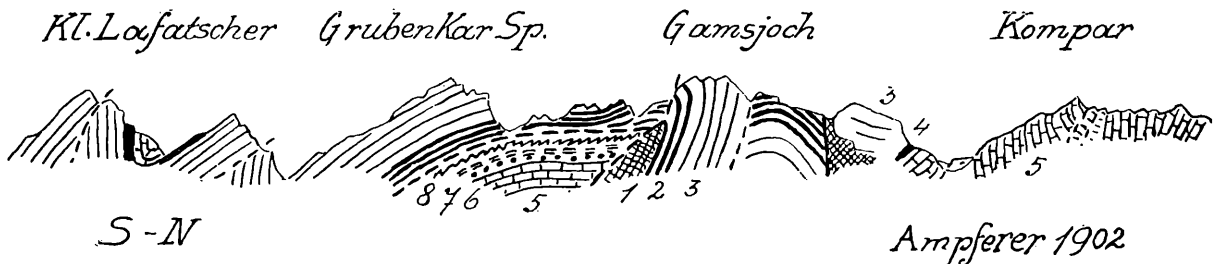


Fig. 96.

- 1 = Rauhwacken — Reichenhaller Sch.
- 2 = Muschelkalk
- 3 = Wettersteinkalk
- 4 = Raibler Sch.

- 5 = Hauptdolomit und Plattenkalk
- 6 = Kössener Sch.
- 7 = Lias
- 8 = oberer Jura.

Dieser Schnitt, Fig. 96, bringt die erste Meldung über die große Karwendelüberschiebung. Im Jahre 1903 folgte die Beschreibung des nördlichen Karwendelgebirges, welche auch aus unserem Gebiete zahlreiche neue Befunde zutage förderte.

Zum erstenmal wird die Stanserjochüberschiebung genauer beschrieben. Die von dieser Aufnahme gelieferte Karte war Blatt „Innsbruck—Achensee, Z. 16, K. V der österreichischen geologischen Spezialkarte 1 : 75.000“, welche erst 1912 ausgegeben wurde und nun leider schon seit Jahren vergriffen ist. Auf dieser Karte ist der Verlauf der Karwendelüberschiebung und die tektonische Zerlegung dieses Gebirges im wesentlichen richtig durchgeführt.

Die Deckenlehre hatte für die Auflösung des Baues der nördlichen Kalkalpen die große Karwendelüberschiebung gleich zur Verwendung gebracht.

Schon im Jahre 1908 hat V. Uhlig in seinem Aufsatz „Der Deckenbau in den Ostalpen“ auf die Bedeutung der Karwendelüberschiebung hingewiesen. Ebenso hat L. Kober diese Überschiebung großtektonisch verwertet.

Eine schwungvolle Zerlegung hat R. Staub in seinem großen Werke „Bau der Alpen, 1922—1925“ geliefert. Wir finden hier zwei farbige Querschnitte des Karwendels im Maßstab 1 : 500.000 (8 und 9 auf Blatt I), von denen der östliche in Fig. 97 wiedergegeben erscheint.

Es ist wohl kein Zweifel, daß diese Form der Zerlegung und Verknüpfung mit einem zu großen Aufwand an Horizontalbewegung von S → N und einer zu geringen Bewertung der O—W-Bewegung arbeitet. Inzwischen hatte der Verfasser auf dem Scheitel des Stanserjoches die

Reliefüberschiebung entdeckt und in den Beiträgen zur Auflösung der Mechanik der Alpen im Jänner 1924 beschrieben.

Damit war es möglich, eine Reihe von sonst schwer verständlichen Lagerungsformen viel einfacher zu beschreiben und geistig zugänglicher zu machen. Im Jahre 1928 wurden dann die Erscheinungen der Reliefüberschiebung des Karwendels zusammenhängend und übersichtlich dargestellt.

Gegen die Deutung als Reliefüberschiebung hat dann M. Richter 1937 in seinem Buche „Die deutschen Alpen und ihre Entstehung“ Einspruch erhoben. Nach seiner Einsicht war hier vor der Aufschiebung der Inntaldecke auf die Lechtaldecke kein Gebirgsrelief vorhanden und die Erscheinungen sollen rein tektonisch mit Hilfe von Deckenfaltung erklärbar sein.

Fig. 47 führt diese Erklärungsformel dem Leser vor. Wenn man dieselbe mit Fig. 96 vergleicht, so ist leicht zu erkennen, daß damit nur ein Bruchteil der Lagerungsformen erklärbar ist. Einen neuen Weg zur Auflösung des Alpenbaues hat E. Kraus im Jahre 1936 mit

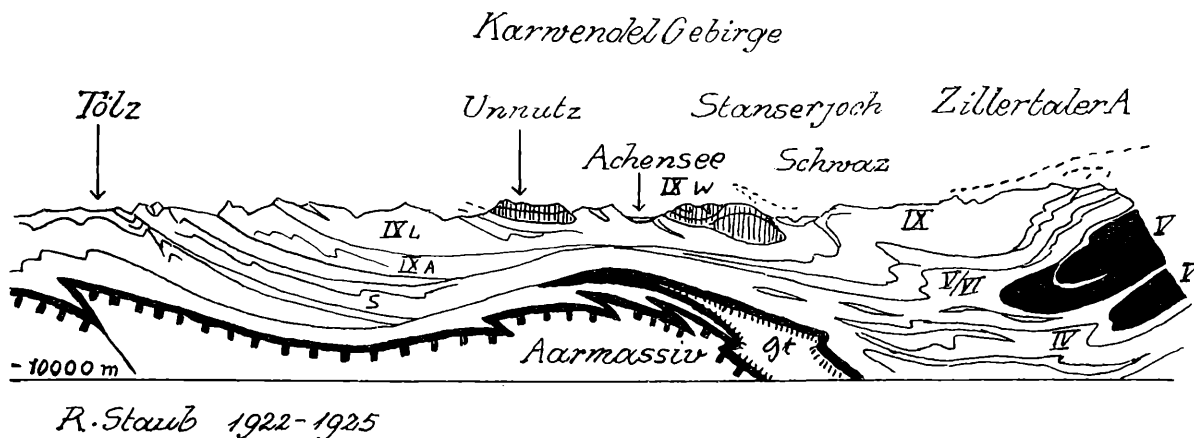


Fig. 97.

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| IV = Bernhard-Adula-Decke     | IXA = Allgäuer Decke    |
| V = Monterosa-Decke           | IXL = Lechtal-Decke     |
| V/VI = Monterosa-Margna-Decke | IXW = Wetterstein-Decke |
| S = Säntis-Decke              | Gt = Gotthard-Massiv    |
| IX = Silvretta-Decke          |                         |

Nach dieser Konstruktion würde bereits 3500 m unter dem Achensee das Gotthard-Massiv zu erwarten sein. Der Untergrund des Karwendels soll aus lauter weitgewanderten Decken bestehen.

seinem Werke „Der Abbau der Gebirge“ in Angriff genommen. Leider ist bisher nur der erste Band erschienen. E. Kraus knüpft in völlig selbständiger Weise an Gedankengänge meiner Unterströmungslehre an. Für das Karwendelgebirge bietet Fig. 98 seine Erklärung an.

Der Schnitt verläuft etwas westlich vom Ostblatt der Karwendelkarte und deckt sich ungefähr in der Richtung mit dem Schnitt von Fig. 96.

Die Inntaldecke ruht nicht als Reliefschubmasse auf der tieferodierten Lechtaldecke, sondern ist mit dieser in kräftiger Verfaltung gezeichnet. Unterhalb beider Decken erscheint die nordalpine Narbe des Abfuhrstromes eingetragen. Ihr würde etwa die Anschoppung des Haselgebirges des Halltaler Salzstockes in der Höhe entsprechen.

Ein weiterer Narbenschnitt soll an der Südseite des Karwendels entlang der Inntalfurche eingreifen. Die Konstruktion der Inntaldecke mit ihrer Verfaltung mit der Lechtaldecke ist mit den Aufnahmsbefunden nicht vereinbar. Die junge Schichtzone bildet zwischen Hohljoch und Gamsjoch keinen steilen Sattel, sondern lagert ganz flach. Der Aufbau des Gamsjoches ist auch wesentlich anders.

Unterhalb des Karwendelgebirges läßt E. Kraus nicht so wie R. Staub weitgewanderte, fremde Decken durchziehen. Er denkt sich im Gegenteil diese Räume mit dem einheimischem,

kalkalpinem Schichtmaterial angefüllt. Nur die oberste Decke, hier die Inntaldecke, stellt eine Wanderdecke vor, die über die Ötztaldecke aus dem Süden gekommen sein soll.

In den Einzelheiten ist die Einkellerung der kalkalpinen Decken unter dem Karwendelgebirge wohl noch sehr unsicher. Im großen gesehen, ist aber der Versuch, ohne den Fernzuschub ein tektonisches Auskommen zu finden, sicher wertvoll und der Verbesserung fähig und würdig.

Aus der Mannigfaltigkeit aller dieser Auflösungsversuche geht die große Summe an Bewegungen hervor, die im Körper des Karwendelgebirges ihre Spuren noch erkennbar zurückgelassen haben.

Das Karwendelgebirge ist nur ein Bruchteil jenes über 500 km langen und nur 40—50 km breiten Balkens der Nördlichen Kalkalpen, welcher geradlinig vom Rhein gegen Wien verläuft.

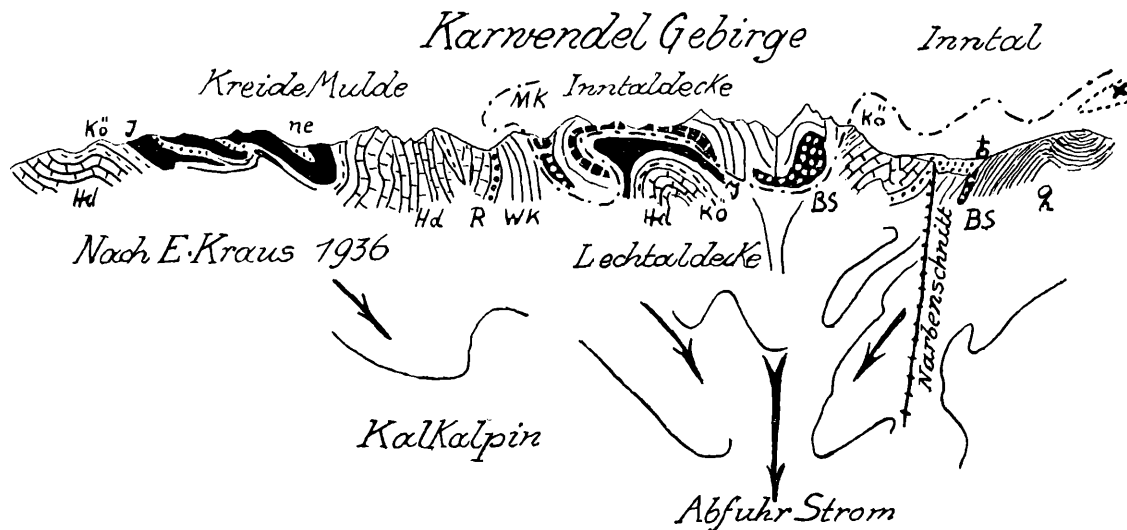


Fig. 98.

Q = Quarzphyllit	Hd = Hauptdolomit und Plattenkalk
Bs = Buntsandstein und Haselgebirge	Kö = Kössener Sch.
MK = Muschelkalk	J = Jura-Sch.
WK = Wettersteinkalk	ne = Neokom
R = Raibler Sch.	x = Ötztaldecke

Unter dem Karwendel wird eine Anschoppung und Versenkung von kalkalpinen Massen angenommen.  
Nur die Inntaldecke wäre von S gekommen.

Was das Karwendel an Verschiebungen erlitten hat, muß auch tektonisches Gemeingut der Nördlichen Kalkalpen sein. Aus diesem wechselseitigen Verbande geht zunächst mit Sicherheit hervor, daß nur zwei Hauptbewegungsrichtungen hier verwirklicht werden konnten, der Vormarsch von S gegen N und die Verschiebung in der O—W-Richtung. Diese letztere Bewegung hat auch vielfach zu einem Hakenwerfen kleinerer Einheiten geführt, wie sie vorbildlich in der Abknickung der großen Karwendel-Kreidemulde zu verfolgen ist.

Die zeitliche Einordnung kann nur lauten, erst Bewegung von S→N und dann von O→W. Der Unterschied in der Aufladung der einzelnen Teilschuppen ist aber ein recht großer.

Von der Bewegung von S→N wissen wir, daß hier ein mindestens zweimaliger Vorgang vorliegt, dessen Abteilungen durch eine Periode tiefgreifender Abtragung und Einschaltung des Gosaumeeres getrennt waren.

Diese Tatsache einer so tiefen Zerlegung gibt für manche Überlegung Raum. Warum ist es zu einer Einstellung der ersten Bewegung und Gebirgsbildung gekommen? Warum hat die zweite Bewegung die Ruinen der ersten Gebirgsbildung neuerdings ergriffen und nicht einfach ein Zusatzgebirge geschaffen? Es hat sich also hier gezeigt, daß unter Umständen eine ältere Faltung und Schiebung keinen Schutz gegen eine Wiederholung dieser Vorgänge zu bieten

vermag. In Wirklichkeit ist aber derselbe Gebirgsraum noch von einer jüngeren Bewegungsflut ergriffen worden. Diese Gebirgsbildung ist aber zur Hauptsache von Verschiebungen von  $O \rightarrow W$  geleitet worden. Man kann hier wieder fragen, ist dieser Richtungswechsel um zirka  $90^\circ$  durch die Versteifung des Faltenkörpers erzwungen worden oder sind dafür andere Ursachen maßgebend gewesen?

Eine Versteifungswirkung eines schon zweimal gefalteten Gebirgsstranges ist vielleicht vorhanden. Die  $O-W$  streichenden Falten der Nordalpen wurden aber trotzdem von flachen Schubflächen quer zum Streichen glatt durchschnitten. Verfolgt man die heute schon ziemlich genau bekannten Querverschiebungen der Nordalpen von  $O$  gegen  $W$ , so macht man die Beobachtung, daß das Ausmaß der Verschiebung, also die Förderweite gegen  $W$ , bedeutend zunimmt. Wir haben am Westende der Nordalpen wahrscheinlich mit einer Förderweite von zirka  $60\text{ km}$  zu rechnen. Das ist eine Größenordnung der Horizontalverschiebung, welche auch beim alten  $S \rightarrow N$ -Schub kaum überboten wurde.

Während aber bei den alten  $S \rightarrow N$ -Schüben die Größe der Überschiebungen durch die ganzen Nordalpen hin annähernd ähnlich blieb, erreichte die  $O \rightarrow W$ -Bewegung in den Nordalpen nur am Westende der Nordalpen so hohe Förderweiten.

Es ist möglich, daß diese Steigerung der Schubweite hier mit der kräftigen Abbiegung der Westalpen gegenüber dem Streichen der Ostalpen in Zusammenhang steht.

Wir haben erkannt, daß die Hauptform der Gebirgsbildung in dem langen Balken der Nordalpen nicht so sehr in einer engen Faltung als vielmehr in einer mehrfachen Aufladung von ziemlich dünnen Decken besteht.

Was liegt nun dieser Aufladung von wenig mächtigen Decken für eine Treibkraft zugrunde? Es ist wichtig zu bedenken, daß dieselbe einseitige Raumverkürzung auch durch eine höherwogende und wesentlich engere Faltung erreichbar gewesen wäre. Die Abspaltung der flachen Decken ist durch Faltung nur in der Form von großen liegenden Falten ausführbar. Hier käme nur die Annahme von riesigen Überfaltungen in Betracht, von welcher der ursprüngliche Nappismus ja so ausgiebigen Gebrauch gemacht hatte.

Diese Annahme liefert aber stets eine obere aufrechte und eine untere verkehrte Schichtfolge, also viel mehr als verlangt oder nachweisbar ist. Sieht man von den vielen kurzen Stirneinrollungen der Decken und gelegentlich mitgeschleppten Schubfetzen ab, so ist der Vorrat an verkehrten Schichtfolgen rasch erschöpft.

Das heißt mit anderen Worten, man kann den Bau der Nordalpen nicht auf eine Mechanik von Liegfalten begründen. Eine andere Möglichkeit zur Abspaltung und Aufladung von Decken steht aber der Faltung nicht zur Verfügung.

So bleibt für unsere weiteren Überlegungen nur eine Deckenabspaltung und Deckenbeförderung in der Form von Schub- oder Gleitmassen gangbar.

Zwischen diesen beiden Bewegungsarten liegt ein großer Unterschied. Das Heraustreiben von Schubmassen aus dem Kugelleib der Erde erfordert die Mitarbeit von Verschluckungszonen, die Bildung von Gleitmassen ist ohne Herstellung größerer Gefällsstrecken nicht denkbar. Beide Verlagerungsformen brauchen also um in Betrieb zu kommen, mächtige Veränderungen des tieferen und wenigstens zeitweise beweglichen Untergrundes.

Im ersten Fall ist zum Antrieb der Schubmassen als Ersatz für ihre Ausstoßung ein Zusammenrücken tieferer Massen nötig. Dies kann nur wirksam werden durch einen Platztausch, also ein Versinken oder Abwandern von Nachbarmassen.

Im zweiten Falle ist zunächst ein Hochdrängen großen Umfanges erforderlich. Der dadurch gehobene Schichtbesitz muß nicht nur ein genügend starkes Gefälle, sondern auch große Breite und Länge besitzen, weil aus seiner Masse mehrere Gleitdecken abfließen sollen.

Im Anwendungsfalle auf die Nordalpen wäre also eine Hebungswelle von mindestens  $60\text{ km}$  Breite und über  $500\text{ km}$  Länge als Ausgangsstufe für die Abgleitungen erforderlich.

Nun ist es allerdings möglich, daß die Abgleitungen nur streifenweise erfolgten oder, daß mehrere Hebungen nacheinander wirksam wurden. Damit könnte man eine mehrfache

Aufladung von Gleitmassen verständlich machen. Auch könnten sich zwischen Perioden der Abgleitung auch solche von Senkungen mit Gelegenheiten zur Abtragung und zur Sedimentation einschalten.

Es ist nun aber von vornherein wahrscheinlich, daß eine so ausgiebige Hebungswelle nicht bloß nach N, sondern auch nach S Gleitgefälle entwickelt hat. Ist dies der Fall, so würden von einer stark gehobenen Mittelschwelle aus nach beiden Flanken Gleitungen abfließen können.

Im groben gesehen, würde das der Anordnung von Nordalpen—Zentralalpen—Südalpen in den Umrissen entsprechen. Die Zentralalpen enthalten dabei den eigentlich grundlegenden Kern der Alpen und zugleich die stärksten Umformungen der Gesteine durch Druck—Zug—Wärme. Sie besitzen gegenüber von dem Oberflächenbau der Nord- und Südalpen einen Tiefenbau mit Umkristallisationen, Einschmelzungen und Magma-Nachbarschaften.

Weit ältere Schichten der Zentralalpen liegen heute beträchtlich höher als die Trias-Jura-Kreide-Ablagerungen der Nordkalkalpen.

So gut die Gleithypothese den Nordschub der Nordalpen und den Südschub der Südalpen zu erklären vermag, so machtlos ist sie für die Aufhellung der jüngeren, von O→W vorschreitenden Bewegungen.

Für die annähernd im Streichen vollzogenen Verschiebungen steht ja kein entsprechendes Gefälle zur Verfügung. Hier kann uns die Vorstellung einer mächtigen Unterströmung mit ungleich verteilten Geschwindigkeiten noch am ehesten weiterhelfen.

Bedient man sich der Schubmassentektonik, so verlaufen alle Vorgänge beträchtlich anders. Hier ist kein Gefälle erforderlich. Auf- und Abbewegungen können von einer Schubmasse mit der nötigen Gewalt ausgeführt werden.

Wie ich bereits 1941 in der Akademiearbeit „Wie können Schubmassen in der Erdtiefe verankert sein“ erläutert habe, ist das Heraustreiben von ausgedehnten Schubmassen nicht ohne Mitwirkung von Verschluckungszonen verständlich zu machen.

Der Raum, den früher die noch ruhende Schubmasse eingenommen hatte, muß durch ein Hereindrängen tieferer seitlicher Massen geschlossen werden. Dieses seitliche Hereindrängen ist ja die Ursache für die Heraushebung und Verschiebung der Schubmassen an der Erdoberfläche.

Ob man nun zur Gleithypothese oder Schubmassenlehre greift, ohne die Mitwirkung des tieferen Untergrundes kommt man bestimmt nicht aus.

Die Schubmassentektonik ist in den Querschnitten des Alpenstranges der Gleithypothese nicht überlegen. Sie braucht im Gegenteil ja eine eigene Schubanlage für die Nord- und Südalpen. Wohl aber ist dieselbe auch für die Erklärung der O→W-Bewegungen verwendbar.

Nach dieser allgemeinen tektonischen Rundschau kehren wir wieder zum Karwendelgebirge zurück, um die Art seiner Begrenzungen und Einfügungen in die Nachbarschaften zu prüfen.

An seiner Westseite setzt sich das Karwendelgebirge über den schroffen Einschnitt der Porta Claudia unmittelbar in die Gruppe der Arnspitze und des Wettersteingebirges fort. Der südliche Teil des Karwendels taucht aber mit dem Solsteingewölbe unter die Hauptdolomitfalten der Seefelder Gruppe unter.

Diese Falten setzen tief abgetragen die Seefeld-Leutascher-Senke zusammen, aus welcher sich spiegelbildlich gleich mit dem Solstein das Gewölbe der Hohen Munde steil heraushebt. An die Hohe Munde kettet sich dann der hochgezackte Kamm der Mieminger Berge an.

Zwischen Solstein, Hoher Munde und Arnspitze liegt eine tiefe Einsenkung. Sie würde viel auffälliger wirken, wenn die große Masse von Raibler Schichten und Hauptdolomit abgedeckt wäre, die hier auf eine Strecke von 10 km das Niveau des Inn wesentlich unterteuft.

Über die tektonische Funktion dieser tiefen Einsenkung sind wir wenig unterrichtet.

Die breite Innebene mit den noch breiteren südlichen Terrassen verhüllen den Kontakt von Kalkalpen und Kristallin. Eine Art von Fortsetzung der Seefelder Einsenkung stellen auf kristallinem Sockel die Reste von Trias-Jura-Ablagerungen der Sillbucht vor. Daß es sich um eine Einsenkung handelt, wird durch die auffallend flache Schichtung dieser Ablagerungen

nahegelegt. Eine unmittelbare Verbindung zwischen Seefelder Senke und den Kalkkögeln (die aus Dolomit bestehen), über die Innfurche hinweg, ist aber nicht anzunehmen.

Die Gipfel von Solstein und Hoher Munde überragen die Seefelder Senke um nahe 1400 *m*. Denkt man sich auf diese Gewölbe aus Wettersteinkalk noch etwa 200—300 *m* Raibler Schichten und zirka 1000 *m* Hauptdolomit aufgeladen, so erkennt man leicht das große Ausmaß der Senkung. Zieht man die beidseitigen Gewölbeneigungen in Betracht, so kommt man zur Einsicht, daß man eine flachbodige Schüssel von Wettersteinkalk mit steilen Rändern vor sich hat.

Im Innern des Karwendels ist keinerlei vergleichbare Einsenkung zu beobachten. Hier setzt sich die Seefelder Hauptdolomitmasse in den Sattel der Zirler Mähder, ins Gleiersch- und Hinterautal in der Form von schmalen Muldenkernen fort.

Auch gegen W läuft durchs Gaistal zwischen Mieminger Kette und Wetterstein ein Streifen von Hauptdolomit bis ins Becken von Lermoos. Dieses Becken ist mit der Seefelder Senke auch nicht vergleichbar. Hier bricht mit Gewaltwänden das Wettersteingebirge ab und offenbart dabei einen Sockel von jungen Schichten, die von den Gängen des „Ehrwaldites“ durchbrochen wurden.

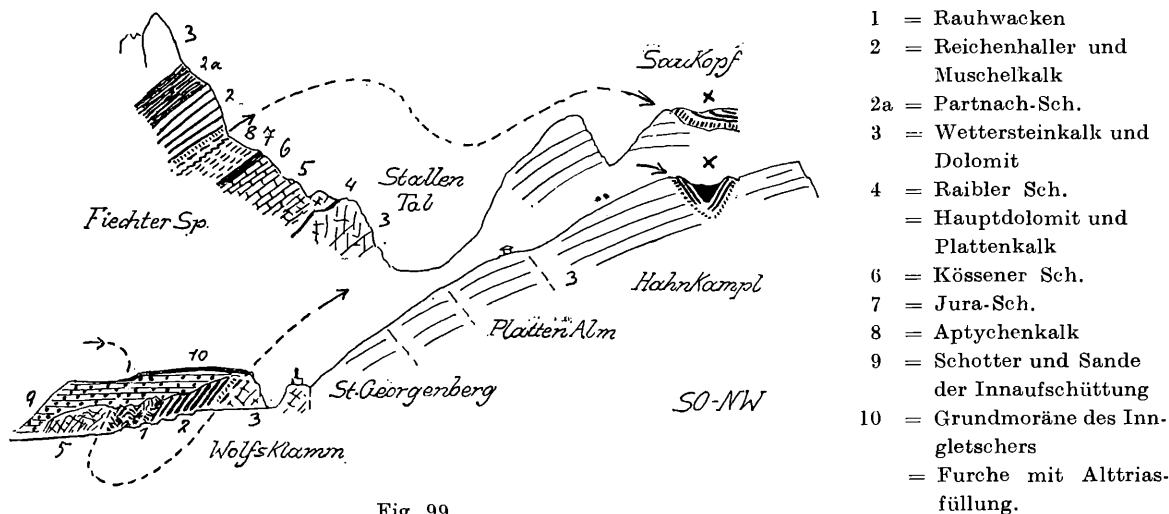


Fig. 99.

Während die Senke von Seefeld durch ein allseitiges tektonisches Niedertauschen ausgezeichnet ist, haben wir im Lermooser Becken gleichsam ein halbgeöffnetes Schubfenster vor uns, hergestellt durch den Aufschub des Wetterstein- und Mieminger Gebirges auf die überwältigten Lechtaler Alpen.

Es handelt sich hier also um das Gegenüber einer allseitigen Senkung und eines einseitigen Schubfensters. Die Seefelder Senke kann nicht mit einseitigem Schub erklärt werden. Hier ist ein gefaltetes Bergland um zirka 3000 *m* gesenkt worden. Wir wissen, daß sich auch an der Ostseite des Sonnwendgebirges eine bedeutende Senkung findet, die aber mehr trichterförmige Umrisse besitzt und von großen Massen von Gosauschichten erfüllt ist. Unter den gewaltigen Triasmassen der Inntaldecke taucht im Lermooser Becken die Lechtaldecke auf. Von da weg gegen W wird diese Decke breitmächtig, wogegen die Inntaldecke einschrumpft. Dafür treten auf der Inntaldecke noch bescheidene Reste der noch höheren Krabachjochdecke auf, welche im Karwendelgebirge völlig fehlt.

Die interessantesten Verbandverhältnisse zeigt das Karwendel an seiner Südseite. Hier hat der Inn dieses Gebirge schräg zu seinem Streichen angeschnitten. Zugleich legen auch die tiefen Einschnitte der Wolfsklamm und des Vomperloches die südlichsten Bauelemente offen.

Fig. 99 unterrichtet über die Aufschlüsse der Wolfsklamm zwischen Stans und St. Georgenberg. Setzt man diese Aufschlüsse in Verbindung mit jenen des Stanserjoches und des Vomperkammes, so ergibt sich als einfachste Lösung, daß wir hier eine tiefe alte Erosionsrinne am

Südfuß des Stanserjochs vor uns haben, deren Alttriasfüllung in der Wolfsklamm noch erhalten ist. Sie besteht aus gelbgrauen Rauhwacken, dunkelgrauem Dolomit, schwarzen Mergeln und milden gelben, feinsandigen Mergellagen, weiter aus Dolomit und Muschelkalk mit Krinoidenlagen.

Dieser Streifen von Alttrias zieht sich von der Wolfsklamm noch weiter ins Stallental und gegen das Vomperjoch empor. Dort verschwindet sie dann als Auflagerung auf dem Hauptdolomit, wie Fig. 79 angibt. Die Fortsetzung gegen W hin bildet dann die schöne geschlossene Schubmasse des Vomperkammes, welche wir schon eingehend beschrieben haben. Auch diese Schubmasse liegt in einer Muldenform, welche aber noch mit jungen Schichten ausgekleidet ist.

Die Aufschlüsse in der Mündungsschlucht des Vomperloches sind reichlich mit kleinen Schubschollen ausgestattet, wie Fig. 100 vorführen soll. Wir begegnen einer Scholle von grünlichem Quarzsandstein, einem kleinen Sattel von gelben Rauhwacken mit einem schwarzen Schieferkern, Schollen von Muschelkalk und zwei Keilen von lichtem Wettersteinkalk, welche im Hauptdolomit stecken.

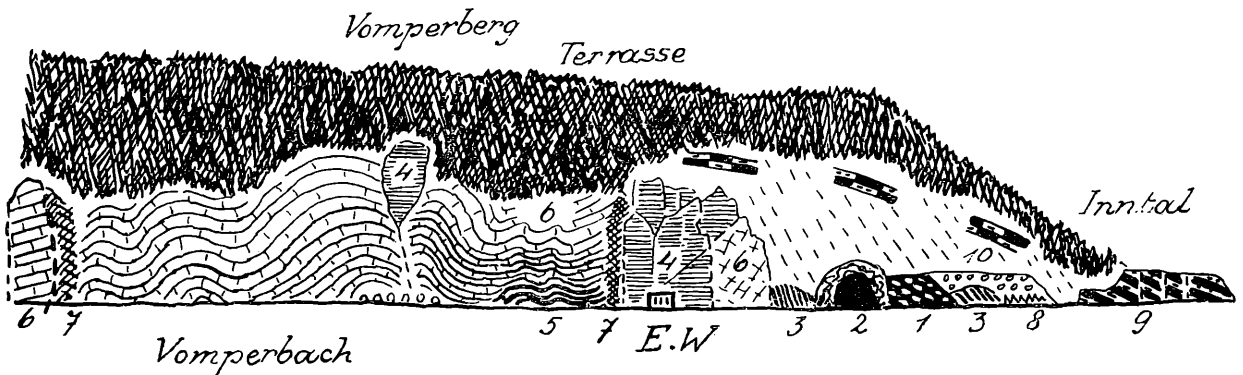


Fig. 100.

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1 = grünlicher Buntsandstein               | 7 = Zertrümmerungszone von 6     |
| 2 = gelbe Rauhwacken und schwarze Schiefer | 8 = Bändertonalager              |
| 3 = Muschelkalk                            | 9 = alter Vomperloch-Schuttkegel |
| 4 = Wettersteinkalk                        | 10 = Bachschotter                |
| 5 = bituminöse Lagen im Hauptdolomit       | E.W. = Elektrizitätswerk         |
| 6 = Hauptdolomit                           |                                  |

Offenbar sind diese Keile dem kräftig gefalteten Hauptdolomit des Walderjochs gewaltsam eingepreßt worden.

Wenn man die Aufschlüsse von Fig. 99 und 100 vergleicht, so kann man feststellen, daß es sich in beiden Fällen um Kleinschollung handelt. Dieselbe Erscheinung beherrscht auch noch weiter westlich den Südfuß des Karwendels, wie die Aufschlüsse in der Thaurer- und Mühlauerklamm sowie im Höttinger Graben bei Innsbruck beweisen. Die Abgrenzungen zwischen diesem Kleinschollenwerk sind hauptsächlich durch vertikale Verschiebungen vollzogen, wobei sich häufig horizontale Schubstreifen zeigen.

Weiter ist bezeichnend die Mitwirkung des ältesten Karwendelgesteins, der roten und grünen Quarzsandsteine des Buntsandsteins.

Die Schollen der Wolfsklamm liegen aller Wahrscheinlichkeit nach in einer alten Talrinne am Südfuß des Stanserjoches. Auch bei den Schollen an der Mündung des Vomperloches kann es sich um Füllung einer solchen alten Talfurche handeln.

Die Füllungen können wohl nur von dem Alttriasbesitz der Inntaldecke stammen, da ein Aufstoßen aus der Basis der Lechtaldecke wohl höchst unwahrscheinlich ist.

Nach den beiliegenden Profilausschnitten nach R. Staub und E. Kraus wäre anzunehmen, daß die Inntaldecke weit von S her ihren Einzug über die Inntalfurche hinweg gehalten habe.

Entlang der Südseite des Karwendels haben wir es aber nicht allein mit Kleinschollung und Senkung, sondern auch noch mit mächtigen Abschrägungen zu tun.

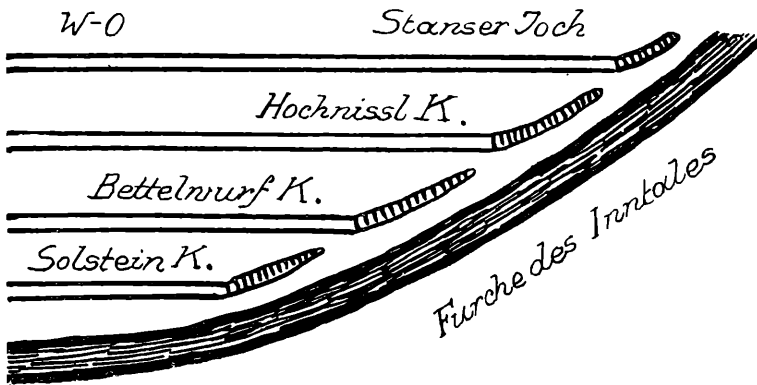
Auf der Strecke Innsbruck—Jenbach werden der Reihe nach Solsteinkette, Bettelwurf—Walderjoch, Hohnißl—Vomperjoch und endlich auch das Gewölbe des Stanserjoches abgeschnitten.

So kommt es, daß die Schollen von Alptrias am Südfuß des Karwendels ebenfalls schräg zum Ostweststreichen angeordnet sind. Es erscheinen aber die Ostenden der Karwendelfalten nicht einfach abgeschnitten, sondern vielmehr auch enger aneinandergedrückt. Es ist, als ob eine gewaltige Hand beim Vorbeistreichen diese Enden zur Seite gedrängt hätte. Es könnte diese Wirkung auch durch einen Schub des Karwendels von O gegen W herbeigeführt worden sein.

Den Gedanken einer Schleifbewegung der Kalkalpen entlang der Grenze gegen die Grauwackenzone und das Altkristallin habe ich bereits öfter schon verwendet.

Wie das Schema Fig. 101 andeutet, läßt es sich auch auf die Struktur des Karwendels ohne Schwierigkeit übertragen. Eine derartige ostwestliche Schleifbewegung kann aber das Karwendel erst nach der Aufladung der Inntaldecke betroffen haben.

Für die Verbandsmöglichkeiten des Karwendels mit den südlicheren Alpentteilen legen die Profile von R. Staub und E. Kraus zwei extreme Erklärungsstandpunkte vor.



Schema der Abbeugung der Karwendelkämme entlang der Inntalfurche.

Fig. 101.

R. Staub geht von der Überlegung aus, daß die einzelnen in den Westalpen als selbständige Decken erkennbaren Bewegungseinheiten im Streichen auch bei tiefem Untertauchen eine große Ausdauer besitzen und sich so ziemlich durch die ganzen Ostalpen hin verfolgen lassen. Auf Grund dieser Annahme gestaltet sich das Baubild der Alpen trotz vieler lokaler Komplikationen doch verhältnismäßig einfach und übersichtlich.

Jedenfalls bringen die Quer- und Längsprofile, welche seinem Werke „Der Bau der Alpen, Bern 1924“, beigelegt sind, die Auffassung der damaligen Deckenlehre bei weitem am anschaulichsten zur Darstellung. Dabei darf man nicht vergessen, daß diese Profile zum Teil schon vor 20 Jahren entworfen worden sind.

R. Staub konnte damals die neuen Erfahrungen aus den Ostalpen noch nicht verwenden. Ich meine dabei die Relieffüberschiebungen, die Verschleppungen von Strukturen, die Falten-schlingen, die Gleitformungen und endlich die große Bedeutung der O→W-Bewegungen.

E. Kraus steht auf dem Standpunkt der Unterströmungslehre.

Für ihn stellen sich die Alpen in der Bewegungsform eines „Doppelorogens“ dar. Das heißt, im Alpengebirge haben entlang von zwei Zonen mächtige Tiefsaugungen und Abwanderungen von Baumaterial stattgefunden.

Während nach der Deutung von R. Staub, der mir hier als der klarste Vertreter der Deckenlehre gilt, keine Verluste von Baumasse nach der Tiefe zu vorgekommen sind und alles, was an dem Bauwerk fehlt, nur an seiner Oberfläche durch Erosion entfernt wurde, erkennt



E. Kraus den entscheidenden Einfluß von Unterströmungen und Verschluckungen an, welche imstande sind, wirkliche Fehlzonen nicht bloß vorübergehend, sondern auch für längere Dauer zu schaffen.

An dem Leib der Alpen zehrt also nicht bloß oben die Erosion, sondern unten auch noch Abströmung und Einschmelzung. Aus dieser Auffassung fließen unmittelbar zwei Folgerungen ab. Wir haben keine Sicherheit für ein langes Aushalten der Decken, weder im Streichen noch senkrecht dazu. Im Gegenteil ist ein Abwechseln und Austauschen der Bauelemente viel wahrscheinlicher.

Ebenso hat ein gewaltiges Auftürmen der Decken keine Wahrscheinlichkeit für sich, weil dies eine druckempfindliche und fließfähige Unterlage leicht zu verhindern vermag.

Für die Konstruktion der tieferen Bauteile der Alpen ist die Annahme eines langen Hin- und Herbewegens der Decken eine große Erleichterung, welche aber bei Annahme der Unterströmung und Verschluckung wegfällt. Hier wird man andere Wege einschlagen müssen, die großenteils erst noch zu entdecken sind.

### Übersicht der Ergebnisse.

Diese Übersicht ist nur kurz gehalten und kann keinen vollen Auszug der Ergebnisse bieten, schon aus dem einfachen Grunde, weil viele Einsichten im Detail der Zeichnungen verborgen liegen und die Sprache der Zeichnungen ohnehin kürzer und klarer als jede Wortbeschreibung ist. Leider wird die Herausgabe der fertigen Karte durch die Kriegsverhältnisse verzögert.

Als ein wenn auch bescheidener Ersatz sind die zahlreichen Abbildungen zu betrachten, von denen der größte Teil an Ort und Stelle und in der Freude des Schauens entstanden ist.

Ich wäre glücklich, wenn ich die Kraft hätte, diese unbestechliche Freude auf den Leser zu übertragen. Ich gewann dieselbe schon 1896—98 und sie ist mir auch 1938—41 unvermindert und noch verfeinert zuteil geworden.

Die Hauptaufgabe, eine genauere geologische Karte zu schaffen, ist mit Hilfe der neuen Alpenvereinskarte 1:25.000 wohl gelungen. Dabei haben sich auch manche Verbesserungen und Richtigstellungen des alten Kartenbildes im Maßstab 1:75.000 ergeben.

Neben der reinen Kartierung war die Aufmerksamkeit auf drei Probleme verteilt, zunächst auf die Reliefüberschiebungen, dann auf die Bergzerstörungen und endlich auf die Schlußvereisung. Die Frage der Reliefüberschiebungen wurde an das Gebiet des Stanserjoches angeknüpft, von dem dieselbe ja 1924 ihren Ausgang genommen hat. Diese Aufschlüsse sind hier ebenso klar wie überzeugend. Es besteht kein Zweifel, daß die verschiedenen Anteile von Alttrias hier in Erosionsfurchen des Wettersteinkalkgewölbes gewaltsam eingefüllt wurden. Diese Schichten sind derartig unregelmäßig eingefüllt, daß der Gedanke einer Einfaltung keine Erklärungshilfe zu bieten vermag.

Lagerung und Schichtfolge sind wirr und umgestürzt. Diese große Regellosigkeit stößt schroff und unvermittelt an die Wände der alten Furche. Diese Wände sind nicht etwa senkrecht, sondern schräg und vereinigen sich bald zu einem schmalen oder auch breiteren Talboden.

Man erkennt deutlich, wie diese kleine Talform in den alten Gewölbebau schon vor dem Einschub der Alttrias eingeschnitten war.

An einer Stelle an der Nordseite des Signalgipfels des Stanserjoches konnte noch eine kleinere Furche entdeckt werden, wo der Wettersteinkalk mit einer rostigen Verwitterungshaut unter der Schubmasse von Buntsandstein überzogen ist. An anderen Stellen ist die alte Oberfläche des Wettersteinkalkes mit kleinstückigen, buntscheckigen Kalkbreccien dicht verkittet. Von dieser alten Verwitterungskruste sind nur mehr kleine Stücke erhalten geblieben, welche aber beweisen, wie tief hier die Erosion schon in das damalige Kalkgebirge eingedrungen war, bevor die Einladung der Alttrias in diese Einschnitte erfolgen konnte.

Im Gebiete des Stanserjoches läßt sich das alte Relief von zirka 2000 m bis in die Tiefe des Inntales verfolgen.

Es ist aber möglich, daß das alte Gewölbe seit dieser Erosion doch noch tektonische Hebung erfahren hat.

Neben dieser Aufladung von Alttrias konnte auch noch eine weitere vor allem aus Raibler Schichten festgestellt werden. Meistens sind von den Raibler Schichten nur die widerstandsfähigen quarzreichen Lunzer Sandsteine erhalten geblieben.

Die Aufladungen der Raibler Schichten erscheinen durchaus von jenen der Alttrias getrennt. Die Raibler Schichten finden sich stets im Hangenden der Alttrias.

Am besten ist diese Doppelladung am Tristköpfl zu beobachten. Hier ruht auf den lichtgrünen Sandsteinen des Haselgebirges eine schöne, kleine Rollfalte aus Wettersteinkalk oder Raibler Kalk, welche in Raibler Schichten eingewickelt erscheint, die hier sogar fossilführend erhalten sind.

Man wird die Annahme nicht vermeiden können, daß hier zwei verschiedenartige Aufladungen stattgefunden haben, eine ältere mit Alttriasmaterial und eine jüngere mit Wettersteinkalk und Raibler Schichten.

Für eine Teilung des Vorganges der Reliefüberschiebung legen auch andere Befunde noch ihr Zeugnis ab. Wir haben auch im Gebiete des benachbarten Sonnjoches eine tiefgreifende Zerlegung der Gipfelschubmasse erkannt.

Auf eine tiefere Decke aus Muschelkalk erscheint eine Decke aus Rauhwacken und Reichenhaller Schichten aufgeschoben.

Merkwürdigerweise liegt hier die jüngere Gesteinsmasse deutlich unterhalb der älteren aufgeschobenen Masse. Die Muschelkalkmasse selbst schneidet die Schichten des alten Wettersteinkalkgewölbes auffallend glatt. Am Kamme des gegenüberliegenden Gamsjoches kann man ebenfalls zwei verschieden ausgerüstete Reliefüberschiebungen beobachten.

Hier ruht auf dem Oberjura flach von S her aufgeschoben die gewaltige Platte der Grubenkarspitze. Sie beginnt mit Reichenhaller Kalken, welche Muschelkalk—Partnach-Schichten—Wettersteinkalk tragen. Eine andere getrennte Schubmasse liegt an der Südost- und Nordseite des Gamsjoches, welche mit Muschelkalk beginnt und große Massen von Rauhwacken trägt.

Wir haben also eine aufrechte und eine überkippte Schubmasse vor uns. M. Richter hat ebenso wie E. Kraus vor ihm diese zwei Stücke mit einem Faltengelenk zu einem überkippten Sattel verbunden, in dessen Kern die jungen Schichten liegen sollen.

Diese Verbindung besteht aber nicht zu Recht.

Vielmehr handelt es sich wohl um eine ältere Masse einer Reliefüberschiebung, die mit den gewaltigen Massen von Rauhwacken auch im nördlich benachbarten Großen Totengraben zu verbinden ist. Die sicher vorhandene Überkippfung dürfte wohl bei der Einschiebung in alte Hohlräume des Kalkgebirges als Überstürzung entstanden sein.

Die alten Hohlformen, welche in den Körper des Gamsjoches eingeschnitten waren, haben wesentlich größere Ausmaße als die alten Furchen auf der Höhe des Stanserjoches. Sie unterteufen sogar die breite Schuttsohle des Engtales. Beide Furchen, sowohl jene des Großen Totengrabens als auch jene des Gumpenkares, reichen nicht über den Kamm des Gamsjoches in das Laliderertal hinüber. Zieht man aber in Betracht, daß auch die Schubmassen des Sonnjoches sowohl an dessen Nord- als auch Südseite ebenfalls ins Engtal hinabreichen, so drängt sich die Erkenntnis auf, daß ungefähr an der Stelle des heutigen Engtales bereits vor sehr langer Zeit eine Talfurche bestand, welche dann von den eindringenden Schubmassen zugefüllt wurde.

Jünger als diese tektonische Verschüttung des alten Kalkgebirges mit Alttriaschollen ist dann der Einmarsch der geschlossenen Inntaldecke auf der ganzen Front vom Inntal bis zur Porta Claudia und weit gegen W.

Während ich im Jahre 1928 noch bei der Annahme einer einheitlichen Reliefüberschiebung stehen geblieben war, hat nun die Weiterforschung eine Zerteilung in mindestens zwei getrennte solche Vorgänge nötig gemacht. Dabei hat sich ein merkwürdiger Gegensatz zwischen einer Eindeckung eines rauen, tieferodierten Kalkgebirges mit Schollengut aus Alttrias und Raibler

Schichten und einer breitmächtigen Überschiebung eines flachen Gebietes mit Ablagerungen bis in den Oberjura hinein herausgestellt.

Wir haben erkannt, daß eine Zusammenziehung der verschiedenen Überschiebungen in eine zeitlich einheitliche, große Reliefüberschiebung nicht mehr dem heutigen Stand unserer Einsicht entspricht. Von der älteren Reliefüberschiebung sind nur getrennte und überkippte Alttriasschollen bekannt. Sie können für sich allein keine Schubmasse bilden. Es kann sich nur um Reste einer größeren Schubmasse handeln.

An mehreren Stellen werden sie von Resten einer jüngeren Reliefüberschiebung bedeckt, welche zur Hauptsache aus Raibler Schichten bestehen. Auch das können wiederum nur Reste einer größeren Schubmasse vorstellen.

Endlich haben wir die breitgeschlossene Riesenmasse der Inntaldecke.

Die Zerstörung der beiden Schubmassen kann nur Werke der Erosion bedeuten. Von der Vorschiebung der Raibler Schichten wissen wir, daß diese mit einer Vorschiebung der Lechtaldecke zusammenhängt. Versucht man eine Reihenfolge dieser Vorgänge zu konstruieren, so ergibt sich etwa das Schema von Fig. 102.

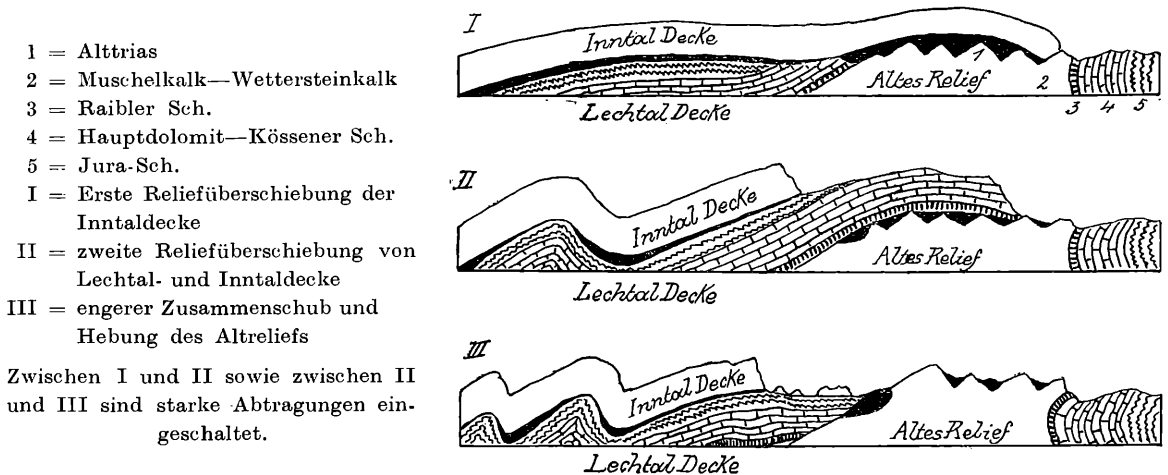


Fig. 102.

Zuerst geht eine ältere ausgedehnte Reliefüberschiebung der Inntaldecke vor sich, von deren Nordteil die Alttriasreste abstammen. Später wird dieser Nordteil größtenteils abgetragen. Nun erfolgt ein Vorschub der Lechtaldecke samt dem aufgeladenen Südteil der Inntaldecke.

Beide Decken marschierten zusammen, weil sie inzwischen miteinander verfaltet und so zu einer neuen Bewegungseinheit verbunden waren. Wieder erlitten die höheren Vorderteile eine Erosion bis auf die Reste von Raibler Schichten und Hauptdolomit. Durch diese zweite Reliefüberschiebung wurde der Südteil der Inntaldecke wesentlich näher an die Alttriasreste ihres ehemaligen Nordteiles herangeschleppt.

Dadurch erfuhr auch die Breite des Altreliefs eine erhebliche Verschmälerung. Auch wurde dadurch die Beziehung der Jungschichtenzone zum Altrelief verhüllt und unserer Beobachtung entzogen.

Wenn das Sonnwendgebirge auch nur randlich in meine Karte hineinragt, und eine sehr gute Karte von E. Spengler zur Verfügung steht, so konnten doch die tektonischen Beziehungen zum Karwendel nicht außer acht bleiben. Es ist recht wahrscheinlich, daß das südliche Karwendel und das Sonnwendgebirge erst durch eine beträchtliche schräge Verschiebung zu räumlichen Nachbarn geworden sind.

Diese Verschiebung steht mit der Bildung des Doppelgelenkes der großen Kreidemulde in enger Beziehung. Dadurch erhielten auch die ursprünglich ostwestlichen Faltungen des Sonnewendgebirges eine Umstellung in nordsüdliche Richtung.

Für die Bildung der schönen Gipfelfaltungen wird die Anschauung vertreten, daß es sich hier um typische Gleit- und Rollfaltungen handle. Diese Faltungen waren aber nicht einheitlich, sondern kamen in mehreren Rucken zur Ablösung. Nur so konnten sich einzelne gegeneinander unabhängige Faltenhaufen herausbilden, über welche dann die sedimentäre Hornsteinbreccie und die Oberjurakalke transgredierte.

Die Frage der Bergzerreißen konnte insofern gut beantwortet werden, als das Ostblatt der neuen Karwendelkarte die erste geologische Karte vorstellt, auf der soweit als möglich die größeren Zerreißen eingetragen erscheinen.

Die Bergzerreißen entstehen unter dem Zug der Schwere, vor allem an den Seitenhängen der Täler, weil hier durch die Erosion jene Gesteinsmassen entfernt wurden, welche einst die Gegenstützung zwischen den Talseiten besorgt hatten.

Die Verteilung der Zerreißen ist aus mehreren Gründen ziemlich unregelmäßig. Zunächst sind die Zerreißenfestigkeiten der Gesteine verschieden. Weiter spielen die Schichtung, die Einfallswinkel, die Art der Unterlagerung, die Wasserführung, die Schuttbedeckung, die Bewaldung wichtige Rollen.

Sicher ist, daß im Karwendel keine Gesteine von einer Festigkeit vorkommen, welche auf lange Dauer den hier auftretenden Zugspannungen der Schwere zu widerstehen vermögen.

Die Zerreißen treten dem Beschauer in vielerlei Formen entgegen. Ein Endergebnis bilden vollzogene Bergstürze oder Gleitmassen. Es gibt aber noch weit mehr Fälle, wo es erst zu einer Auflockerung des Gehänges gekommen ist oder wo eine Zerreißen infolge von gesteigerter, innerer Reibung oder durch geschickte zufällige Verspreizung eine neue Ruhestellung erreicht hat. Solche Fälle sind für die Beurteilung ihrer Haltbarkeit meistens besonders schwierig.

Der Einfluß der Bergzerreißen auf das Landschaftsbild ist ein wesentlicher. Zahlreiche Vorsprünge, Felstürme, Leisten, Stufen, Grate, ganze Gehängfelder unterliegen ihrem senkenden Angriff. Im Hochgebirge schaffen und zerstören die Zerreißen vor allem oft die schönsten und kühnsten Turmgestalten.

Sehr wichtig sind sie auch für die Aufnahme der Niederschläge und deren Weiterleitung ins Berginnere. Die Zerreißen nehmen den Gehängen viel von ihrer Starrheit und vermögen so ihre Elastizität zu vermehren.

Die Unterscheidung zwischen Zerreißen und rein tektonischen Störungen ist nicht immer leicht. Es können auch Störungen zu Bergzerreißen werden, deren Angriffsstellen die Tektonik vorgezeichnet hat.

Die Kartierung der Moränen des östlichen Karwendelgebirges hat den Nachweis erbracht, daß hier der größte Teil derselben aus der Zeit der Schlußvereisung stammt. Nur in der Umgebung des Achensees und im Inntal sind noch größere Massen von Grundmoränen der Würmeiszeit sowie von interglazialen Schottern, Sanden und Bändertonen erhalten geblieben. Interessant ist, wie diese Aufschüttung des Inn die ältere Verschüttung des Vomperloches bereits tieferodiert fand und überwältigte.

Von den Grundmoränen der Rißeiszeit ist nur ganz wenig mehr anzutreffen.

Die Moränen der Schlußvereisung zeigen sich in den Karen vielfach gut und mit reicher Wallbekränzung erhalten. Besonders schön und schwungvoll sind dieselben an der Nordseite der Lamsenspitze und der Montscheinspitze ausgebaut. Auffallend ist, wie in den steilen Felskaren an der Südseite von Lamsenspitze und Hochglück nur geringe Moränenspurten sich finden. Möglicherweise ist hier jeder Überschuß von Schnee in der Form von Lawinen zu Tal geschossen worden.

Im Bereiche des Engtales war noch ein verhältnismäßig längerer Talgletscher vorhanden, was ja auch dem großen Einzugsgebiete entspricht. Seine Endmoränen lagern in der Gegend

der Blaubachquellen zwischen 1060—1300 *m*. Die Länge dieses Lokalgletschers wäre etwa mit 8—9 *km* zu bemessen. Sehr schön ist hier der Zusammenschluß der Seitenmoränen aus dem Engtale mit jenen von der Plumsjochseite her erhalten.

Unter dem groben Schutt der Endmoränen treten sowohl bei der Blaubachsäuge als auch im Sulzgraben gut bearbeitete Grundmoränen auf.

Merkwürdig bleibt der Umstand, daß in dem benachbarten, ähnlich großen Falzthurntale keine deutlichen Endmoränen für einen Talgletscher der Schlußvereisung zu finden sind. Legt man für den Falzthurngletscher auch eine Länge von 8—9 *km* zugrunde, so gelangt man an den Ausgang dieses Tales, wo sich aber keine Spur von entsprechenden Wallformen erkennen läßt.

In der Bucht von Pertisau sind an beiden Felsseiten noch Grundmoränen der Würmeiszeit zu finden.

Es ist immerhin möglich, daß die Endmoränen aus dem Falzthurn-, Pletzach- und Tristenautale doch unter der gewaltigen jungen Talverschüttung begraben liegen. Die Gletscher

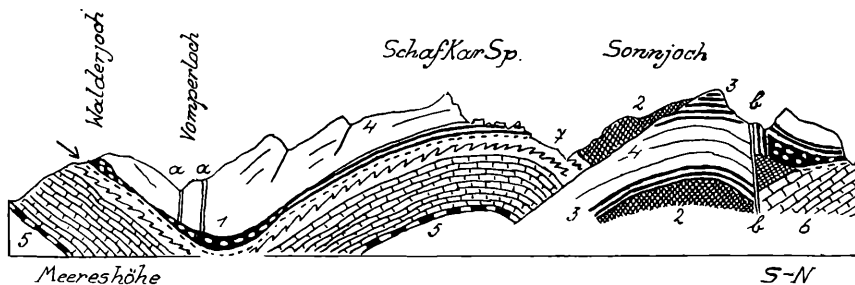


Fig. 103.

- 1 = Salzton — Sandsteine — Haselgebirge
- 2 = Rauhwacken und Reichenhaller Sch.
- 3 = Muschelkalk
- 4 = Wettersteinkalk
- 5 = Raibler Sch.
- 6 = Hauptdolomit und Plattenkalk
- 7 = Kössener Sch. — Jura-Sch.
- a = Zerrungsklüfte mit einer Füllung von Material der Raibler Sch.
- b = Verwerfung mit einer Sprunghöhe von mehr als 1000 *m*.

der Schlußvereisung sind auch vom Sonnwendgebirge bis nahe an den Achensee herabgestiegen. Sie überlagern dabei z. B. auf der Felsschulter der unteren Kotalpe das erratische kristalline Blockwerk, welches der Arm des Inngletschers in der Würmeiszeit hierher geschleppt hat. Durch die Anschnitte der neuen Autostraße ist auch unter den Schutthalden gegenüber von Pertisau prächtige, bunte, stark bearbeitete Grundmoräne des Inngletschers aus der Würmeiszeit aufgedeckt worden. So erscheint der Achensee an seinen Felsufern ringsum mit Altmoränen eingedeckt.

Wie wir aus den Forschungen von R. Graf v. Sarnthein wissen, enthält aber die Schlambucht des südlichen Achensees eine geschlossene Ablagerung seit dem Rückzug des Inngletschers. Kein Gletscher der Schlußvereisung hat den Achensee mehr erfüllt.

Zum Schlusse soll noch ein schematischer Querschnitt des Karwendels, Fig. 103, zur Vorlage kommen, welcher das Gebirge vom Walderjoch über Schafkarspitze und Sonnjoch bis zum Sulzgraben zerteilt.

In diesem Querschnitt kommt sowohl die Reliefüberschiebung des Gewölbes des Sonnjoches als auch der Einmarsch der Inntaldecke klar zum Ausdruck.

Hier sieht man weiter auch, wie die Grenze zwischen dem Gebiete der Jungschichten und dem alten, tieferodierten Kalkgebirge eine Aufschiebung des ersteren auf das letztere bedeutet.

Sehr eindrucksvoll wirkt auch die gewaltige Verwerfung, welche das Gewölbe des Sonnjoches im N versenkt. Die auffallenden Zerrungsklüfte im Vomperloch werden auf die Auslaugung eines noch hypothetischen Lagers von Salzton und Haselgebirge zurückgeführt.

Die Überkipnungen der Alptrias auf dem Relief von Stanserjoch—Sonnjoch—Gamsjoch werden als Abbremsungen und Umlegungen von Schubmassen beim Einstürzen in Erosionsfurchen oder beim Steilanstieg gedeutet.

## Karten und Schriften.

### Karten.

- O. Ampferer und W. Hammer, Geologische Karte des südlichen Karwendelgebirges 1: 50.000. Wien 1898.  
 O. Ampferer und Th. Ohnesorge, Geologische Spezialkarte Blatt „Innsbruck—Achensee“ 1: 75.000. Wien 1912.  
 O. Ampferer, Geologische Spezialkarte Blatt „Achenkirchen“ 1: 75.000. Wien 1912.  
 O. Ampferer und Th. Ohnesorge, Geologische Spezialkarte Blatt „Zirl—Nassereith“ 1: 75.000. Wien 1912.  
 O. Ampferer und Th. Ohnesorge, Geologische Spezialkarte Blatt „Rattenberg“ 1: 75.000. Wien 1918.  
 A. Rothpletz und Gefolgschaft, Geologische Karte des Karwendelgebirges 1: 50.000. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 1888.  
 E. Spengler, Geologische Karte des Sonnwendgebirges 1: 10.000. Leipzig-Wien 1935.  
 H. Vettters, Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich und der Nachbargebiete 1: 500.000 mit Erläuterungsbuch. Wien 1937.

Die beste geographische und morphologische Kenntnis des Karwendelgebirges vermitteln die neuen Alpenvereinskarten 1: 25.000; „Achensee—Schwaz“, „Hinterriß—Innsbruck“ und „Mittenwald—Zirl“.

### Schrifttum.

Ein vollständiges Verzeichnis aller auf das Karwendelgebirge bezüglichen Arbeiten bietet für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts die Zusammenstellung von Dr. I. Blaas, „Geologische Erforschung von Tirol und Vorarlberg, Innsbruck 1900“.

Die Fortsetzung bis in die neueste Zeit ist dann in der großen geologischen Bibliographie der Ostalpen zu finden, welche von Dr. Robert Ritter v. Srbik herausgegeben wurde.

Die Angaben über das Karwendelgebirge stehen im I. Band auf S. 104—121, im II. auf S. 1232—1238, in der ersten Fortsetzung auf S. 17—21 und 326—327. München, Verlag Oldenbourg, 1935, Innsbruck, Verlag I. Winkler & Co., 1937.

Im folgenden sind jene Schriften und Bücher aufgezählt, deren Kenntnisnahme das Verständnis der vorliegenden Arbeit sehr erleichtert oder die im Text erwähnt sind.

- O. Ampferer und W. Hammer, Geologische Beschreibung des südlichen Karwendelgebirges. 1898.  
 O. Ampferer, Geologische Beschreibung des nördlichen Karwendelgebirges. 1903.  
 — Aus der geologischen Geschichte des Achensees. 1905.  
 — Über die Entstehung der Inntalterrassen. 1908.  
 — Studien über die Tektonik des Sonnwendgebirges. 1908.  
 O. Ampferer und W. Hammer, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. 1911.  
 O. Ampferer, Erläuterungen zum Blatt „Achenkirchen“. 1914.  
 — Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen. 1923—1931.  
 O. Ampferer und Th. Ohnesorge, Erläuterungen zum Blatt „Innsbruck—Achensee“. 1924..  
 O. Ampferer, Über die geologischen Verhältnisse des Achensees und die beim Bau des Achenseewerkes geschaffenen neuen Aufschlüsse. 1926.  
 O. Ampferer und K. Pinter, Über geologische und technische Erfahrungen beim Bau des Achenseewerkes. 1927.  
 O. Ampferer, Die Reliefüberschiebung des Karwendelgebirges. 1928.  
 — Begründung der Schlußvereisung. 1930.  
 — Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. 1931.  
 — Im Kampf für Reliefüberschiebung und O—W-Bewegung. 1939.  
 — Über einige Formen der Bergzerreißung. 1939.  
 — Neue geologische Erfahrungen von 1939.  
 — Die Neuaufnahme des Karwendelgebirges. 1939.  
 — Zum weiteren Ausbau der Lehre von den Bergzerreißungen. 1940.  
 — Standbilder der Bergzerreißungen. 1941.  
 — Bergzerreißungen im Inntalraume. 1941.  
 — Tektonische Nachbarschaft Karwendel—Sonnwendgebirge. 1942.

- O. Ampferer, Geologisches Schauen und Naturerklären im Inntalraum. 1942.  
H. Bobek, Die jüngere Geschichte der Inntalterrasse und der Rückzug der letzten Vergletscherung im Inntale. 1935.  
K. Boden, Geologisches Wanderbuch für die Bayerischen Alpen. 1930.  
G. Haber, Bau und Entstehung der Bayerischen Alpen. 1934.  
R. v. Klebelsberg, Geologie von Tirol. 1935.  
L. Kober, Der geologische Aufbau Österreichs. 1938.  
E. Kraus, Der Abbau der Gebirge. Bd. I: Der alpine Bauplan. 1936.  
O. Kühn, Die Hornsteinbreccie des Sonnwendgebirges und ihre Korallenfauna. 1935.  
K. Leuchs, Geologischer Führer durch die Kalkalpen vom Bodensee bis Salzburg. 1921.  
Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 1909.  
M. Richter, Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. 1937.  
A. Rothpletz, Das Karwendelgebirge. 1888.  
— Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. 1894.  
B. Sander, Zum Gesteinscharakter der Hornsteinbreccien des Sonnwendgebirges. 1941.  
R. v. Sarnthein, Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. 1940.  
H. Schatz, Auslotung des Achensees. 1936.  
E. Spengler, Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. II. Teil und Karte. 1935.  
R. Staub, Der Bau der Alpen mit tektonischer farbiger Karte und 3 farbigen Profiltafeln. 1924.  
V. Uhlig, Der Deckenbau in den Ostalpen. 1909.  
F. Wähner, Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues. I. 1903.  
H. Wehrli, Monographie der interglazialen Ablagerungen zwischen Rhein und Salzach. 1928.

## Inhaltsgliederung.

	Seite
Einleitung	1
Baubeschreibung . . .	3
Stanserjoch	3
Kamm des Sonnjoches	16
Hochnißl-Samsenspitzkamm und Walderjoch	21
Hauptdolomitengebiet und Kreidemulden . . . . .	34
Westteil des Sonnwendgebirges	48
Formen der Bergzerreißen	56
Die Schuttbestände	63
Schatz von älteren Sandformen	76
Die weiteren baumäßigen Zusammenhänge	80
Übersicht der Ergebnisse	89
Karten und Schriften	94