

Studien über die Tektonik des Sonnwendgebirges.

Von O. Ampferer.

Mit 11 Zinkotypien im Text.

Das geologische Hauptproblem des Sonnwendgebirges liegt in der Erklärung der Entstehung der eigenartigen Hornsteinbreccie.

Wähner hat in seiner klassischen Beschreibung des Sonnwendgebirges eine Menge wichtigen und grundlegenden Materials zur Lösung dieser Frage zusammengetragen, trotzdem muß seine Erklärung der Hornsteinbreccie als Dislokationsbreccie als verfehlt bezeichnet werden.

Ich habe seit dem Jahre 1901 nahezu Jahr für Jahr einige Tage dem Sonnwendgebirge widmen können, das in seinen selten klar gezeichneten tektonischen Erscheinungen für den Alpenforscher unerschöpfliche Anziehungskraft enthält.

Während mich nun diese stetig weitergeführten Untersuchungen immer mehr von der Richtigkeit der Wähnerschen Beobachtungen überzeugten, möchte ich in dieser Schrift den Nachweis liefern, daß die Hornsteinbreccie trotzdem nicht als Dislokationsbreccie gedeutet werden kann.

Wähner findet den Hauptgrund gegen die sedimentäre Bildung der Hornsteinbreccien in ihrer Einschaltung zwischen ausgesprochene Tiefmeerablagerungen.

Es sind dies im Liegenden die Radiolarienschichten, im Hangenden die oberjurassischen Hornsteinkalke.

Mit den Radiolarienschichten stehen die Breccien, wie man besonders schön am Nordabhang des Rofans und an der Ostabschrägung des Sonnwendjoches erkennen kann, in mehrfacher Wechsellagerung. Wähner hat zuerst diese wichtigen Stellen beschrieben und profilmäßig dargestellt. Ich habe diese Orte sowohl vor als auch nach dem Erscheinen seines Werkes besucht und kann die Richtigkeit seiner Angaben vollauf bestätigen.

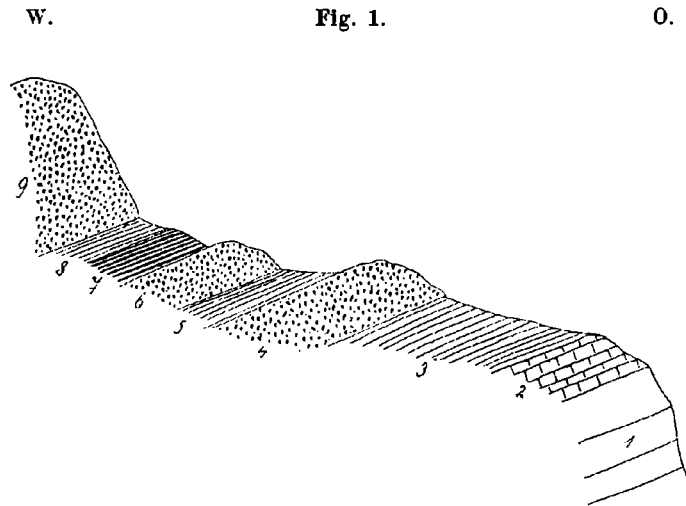
Diese Wechsellagerungen können nun nach seiner Meinung keine ursprünglichen sein, da ja die Radiolarienschichten als Gebilde großer Meerestiefe nicht mit Breccien verbunden sein können.

Die Hypothesen von Radiolarienschwärmen, welche etwa in die Nähe der Küste getrieben worden wären, sowie jene einer Einstreu von größerem Schutt in die Tiefseesedimente durch schwimmende Eisberge werden als nicht wahrscheinlich bezeichnet. Aus demselben

Grunde wird auch die Annahme von gebirgsbildenden Hebungen als zur Erklärung ungeeignet abgewiesen.

So leitet Wähler die Notwendigkeit ab, die Hornsteinbreccien als Dislokationsbreccien zu begreifen. Dementsprechend müssen die Wechsellagerungen der Breccien mit den Radiolarienschichten als kleinere, mehrfältige Überschiebungen gedeutet werden.

Diese Erklärung widerspricht nun aber entschieden allen Aufschlüssen der Wechsellagerungen. Man lese zum Beispiel die vortreffliche Schilderung nach, welche Wähler pag. 296 und 297 von diesen Verhältnissen am vorderen Sonnwendjoche entwirft (siehe Fig. 1).



Verkleinerte Kopie nach Wähler.

1. Weißer Riffkalk. — 2. Roter Liaskalk. — 3. Radiolarienschichten. — 4. Hornsteinbreccie (Breccie reich an rotem Crinoidenkalk). — 5. Radiolarienschichten.
6. Hornsteinbreccie (ähnlich 4). — 7. Radiolarienschichten (feinkörnige Breccien).
8. Radiolarienschichten. — 9. Hornsteinbreccie.

Die höheren Lagen der Radiolarienschichten stellen hier vielfach ein feinkörniges tonreiches Crinoidengestein dar.

Es ist jedenfalls mechanisch ganz unbegreifbar, daß die unteren Lagen einer durch mächtige Abscherungs- und Ausquetschungsvorgänge zusammengestauten Masse so feingegliederte, ruhige Wechsellagerungen mit den dünnschichtigen Radiolariengesteinen bilden können.

Da müßten heftige Verfaltungen und Störungen stattfinden. Gerade der erneute Besuch dieser Wechsellagerungen hat mir die Unmöglichkeit der Wähnerschen Annahme geoffenbart.

Diese ruhigen, glatten, nicht sehr ausgedehnten Wechsellagerungen treten bezeichnenderweise gerade im Liegenden der Hornsteinbreccie auf. Sie bilden gewissermaßen Verbindungsglieder mit den Radiolarienschichten. Das spricht schon sehr für eine sedimentäre

Entstehung. Nach meiner Anschauung erfuhr das Gebiet des heutigen Sonnwendgebirges nach Ablagerung der Radiolarienschichten oder erst etwas später eine bedeutende Erhebung und Verstellung, welche letztere dann beträchtliche seitliche Massenbewegungen ins Leben rief.

Man kann sich dieselben vielleicht nach Art der von E. Reyer beschriebenen Gleitfaltungen bei der Emersion noch plastischer Sedimente, vielleicht aber auch als gewöhnliche Faltungen und Schiebungen verständlich machen.

Diese Gebirgsbildung im kleinen verfiel der Erosion, welche ihre Beute den verschiedenen entblößten Ablagerungen der ganzen Umgebung entnahm und in den Einsenkungen wieder zum Absatz brachte. Die also gebildeten Ablagerungen stellen unsere Hornsteinbreccien dar.

Von dieser Anschauung aus sind die Wechsellagerungen mit den Radiolarienschichten sehr einfach als lokale Umschwemmungen und Umlagerungen von benachbarten Radiolarienschichten zu erklären. Umschwemmungen noch weicher, frisch erhobener Sedimente konnten um so leichter entstehen, als gewisse Zonen der Radiolarienschichten ja noch heute plastische Tone enthalten.

Wähner hat an der Südseite des Rofans zwischen Radiolarienmergeln plastische Tone entdeckt, welche, wie seine Untersuchungen lehrten, schlechterhaltene Radiolarien umschließen.

Die Erklärung der Wechsellagerungen als Um- und Einschwemmungen wird auch dem vereinzelt, sehr lokalen Auftreten dieser Erscheinung gerecht.

Es liegt in der Mechanik eines solchen Vorganges, daß Umschwemmungen und Wechsellagerungen dieser Art nur als Ausnahmgebilde in beschränktem Umfange zustandekommen können. Bei weiterem Eindringen der Erosion und Höherschwellen der Schuttmassen wird die Möglichkeit dazu immer geringer.

Wenn uns so schon die Wechsellagerung zwischen Radiolarienschichten und Hornsteinbreccien auf eine sedimentäre Entstehung hinweist, so bietet der Aufbau und die Beschaffenheit der Breccien noch viele weitere sedimentäre Merkmale.

Es ist überflüssig, hier aufs neue eine Schilderung der Eigenschaften der Hornsteinbreccie zu entwerfen, nachdem dieselbe von Wähner in seinem Sonnwend-Werke so gründlich und vielseitig als nur möglich gegeben worden ist.

Man kann an vielen Stellen eine hornsteinreiche eigentliche Breccie von einem meist aus Kalken gebildeten Konglomerate scheiden. Die Gerölle des Konglomerats sind nie so schön abgedreht wie etwa jene der Gosaukonglomerate, meistens zeigen sie uns eine unvollkommene Bearbeitung, welche Geröllen entlang von kurzen Wasserwegen eigen ist. Vielfach sind auch scharfkantige Brocken darunter zu finden.

Die Mannigfaltigkeit der Komponenten dieser Breccien und Konglomerate ist sehr groß.

Folgende wohl charakterisierte Gesteinsarten konnten bislang in der Breccie nachgewiesen werden:

1. Plattenkalk mit *Rissoa alpina* Gumb.;
2. Kössener Kalke und Mergel mit vielen Versteinerungen;
3. Oberrätische Mergelkalke mit Versteinerungen;
4. Viele Abarten des weißen Riffkalkes;
5. Hierlatzkalke mit Fauna;
6. Crinoidenbreccien;
7. Verschiedene Liaskalke und Liaszonen mit Versteinerungen;
8. *Grauer Mergelkalk mit *Amaltheus spinosus* Brug.;
9. *Hellrote Kalke mit *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. (Unteroolith);
10. *Hellrote Kalke mit *Perisphinctes*;
11. Verschiedene Gesteine der Radiolarienschichten;
12. Schwärzliche Hornsteine mit Spongiennadeln;
13. Rote Hornsteine mit Radiolarien;
14. *Kieselige, violettgrüne Kalke (Haufwerk von Spongiennadeln) mit *Koninckina Wähneri* Bitt.;
15. Graue Kalke mit verkieselten Korallen und Nerineen.

Die mit einem * bezeichneten Schichtzonen sind bisher anstehend im Sonnwendgebirge nicht entdeckt worden.

Diese Verhältnisse haben vom Standpunkte unserer Auffassung keine Schwierigkeiten, da ja der Erosion ein ziemlich weites Feld für ihre Raubzüge offen gewesen sein kann. Auch das Vorkommen von Kalken, welche den hangenden Hornsteinkalken gleichsehen, bietet keine Hemmnisse, da ja diese leicht bei den späteren Gebirgserschütterungen in die Hornsteinbreccien gelangt sein können.

Wenden wir uns nunmehr nach diesen einleitenden Ausführungen dem Kerne unserer Arbeit, der Untersuchung der Beziehungen der Hornsteinbreccie zur Tektonik ihrer Umgebung zu.

Wenn die Hornsteinbreccie im wesentlichen eine Dislokationsbreccie darstellt, so muß sie mit der erzeugenden Tektonik ihrer Umgebung, mit den zerdrückten Falten und den Schubflächen in engster Verbindung stehen.

Dieser Ansicht war auch Wähner, der in ihr ja die Ansammlung jener Gesteinstrümmer erblickt, welche aus den verquetschten, zertrümmerten Mittelschenkeln der Falten und den Schubsplütern hervorgingen.

Untersuchen wir nun, bevor wir die tatsächlichen Lagerungsverhältnisse besprechen, die Entstehungsbedingungen der wichtigsten Typen von Dislokationsbreccien.

Es liegt in dem Vorgang der Faltung begründet, daß selbst bei stark ausgequetschten Mittelschenkeln die Möglichkeit der Breccienbildung eine ziemlich beschränkte bleibt.

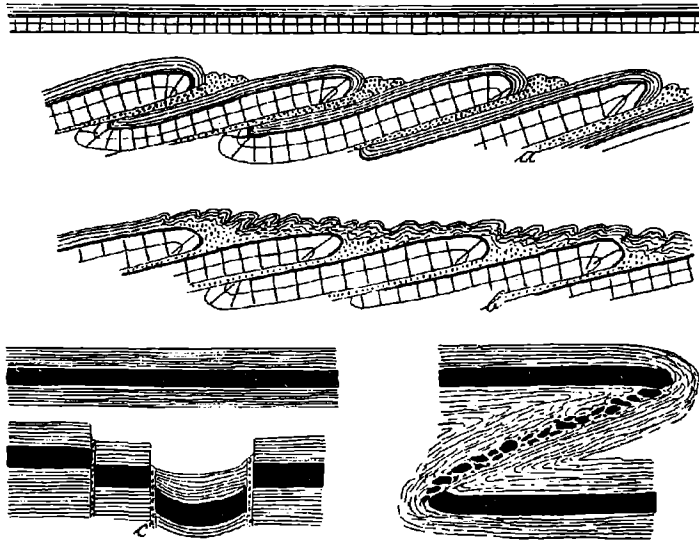
Denken wir uns in einem Schichtsystem zwischen zähere, elastischere Gesteine eine oder mehrere Zonen von spröden, brüchigen Schichten eingeordnet und das Ganze nun einer heftigen Faltung unterworfen. Es sollen sich schief liegende Falten herausbilden und dabei die Mittelschenkel eine so starke Zerrung erleiden, daß die härteren Schichtlagen zerrissen und zerbrochen werden. (Fig. 2.)

Dieser Fall ist unbedingt mechanisch möglich und ähnliches auch oftmals in der Natur zu erkennen.

Hier kann nun durch die Zerreißung der härteren Gesteinslagen zwischen den weicheren eine Trmmerzone entstehen. Diese Zone nimmt natürlich jene Lage ein, welche den erzeugenden Schichtbnken in der Falte entspricht. Diese Breccie besteht aus den Stücken der zerbrochenen Schichten und sie kann unter Umständen mit Bestandteilen der anliegenden Zonen vermengt sein.

Wie man auch die Bedingungen für diesen Typus von Dislokationsbreccien verändern mag, so bleibt doch stets die enge Eingliederung der Trmmerzone in ihr Faltungsbett sowie die außerordentlich geringe Mischungsmöglichkeit aufrecht erhalten. Es ist ganz unmöglich, auf diesem Wege durch Ausquetschen und Zerreißen von Mittelschenkeln eine bunt gemischte Trümmermasse zu erhalten.

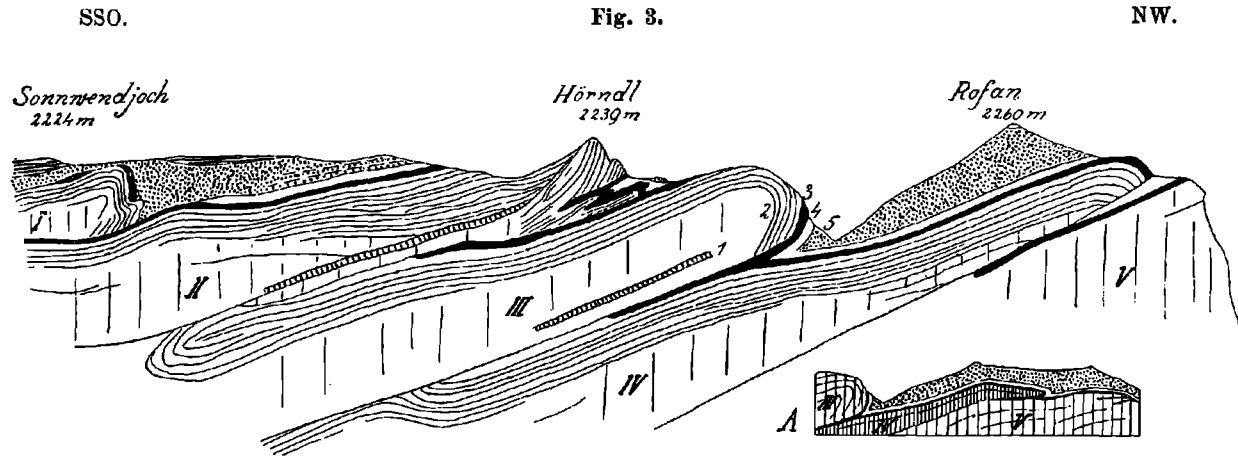
Fig. 2.



Was für eine geschlossene Falte gilt, finden wir innerhalb weiterer Grenzen auch bei der zerrissenen Falte wieder. Denken wir uns wieder unser altes Schichtsystem einer Faltung übergeben. Diesmal sollen jedoch die entstehenden schiefen Falten so stark gespannt werden, daß sich parallel den Mittelschenkeln Schubflächen ausbilden und die weitere Zusammenpressung nun zu schuppenförmigen Überschiebungen führt. (Fig. 2.)

Auch diese Art von Massenumlagerung ist sehr oft zu beobachten und wir haben am Ostrande des Sonnwendgebirges ein ausgezeichnetes Beispiel dafür erschlossen. Wähner gebührt das Verdienst, diese Lagerung hier zuerst in ihrem vollen Umfang richtig erkannt und vortrefflich dargestellt zu haben. (Fig. 3.)

Die Lage der hier unter bestimmten Voraussetzungen entstehenden Dislokationsbreccie ist engstens an die Schubbahn geknüpft. Die



Verkleinerte Kopie nach Wähler.

1. Oberrätischer Mergelkalk. — 2. Weißer Rifkalk. — 3. Roter Liaskalk. — 4. Radiolarienschichten. —
5. Hornsteinbreccien.

Am Sonnwendjoch liegt noch eine Lage von Oberjurakalken über den Hornsteinbreccien.

I—V. Einzelne Schubkörper.

A = Skizze der Auflagerung der Hornsteinbreccie des Rofankammes auf verschiedenen Schubkörpern nach den vereinigten Aufschlüssen der Ost- und Nordwestwand.

Schubbahn bildet in gewissem Sinne eine Fortsetzung des zerrissenen Mittelschenkels und so stellt auch ihre Breccie eine Verlängerung derjenigen des Mittelschenkels dar.

Die Mischungsmöglichkeit ist bei dieser Ausbildungsart von Breccien größer als in dem ersterwähnten Falle. Trotzdem sind derselben auch hier enge Grenzen gegeben. Es können sich je nach der Länge der Schubbahn und dem Wechsel der durchschnittenen Schichten mehr oder weniger zahlreiche Gesteinsarten an der Breccienbildung beteiligen.

Die Mischung kann, da nur eine Bewegung stattfindet, nur in dieser einen Richtung erfolgen. Zwischen den parallelen Stromfäden eines solchen Mischungsfeldes kann keine Vermengung stattfinden. Das gilt nur solange, als die Bewegung der Schubmassen in einer und derselben Richtung erfolgt. Bei so kleinen Verschiebungen, wie wir sie im Sonnwendgebirge beobachten können, ist diese Bedingung höchstwahrscheinlich erfüllt.

Wenn also verschiedene Gesteinsarten durch eine angenähert geradlinige Bewegung zu einer Dislokationsbreccie aufbereitet werden, müssen ihre Trümmer in der Breccienmasse streifenförmig und parallel der Schubrichtung angeordnet sein.

Die Anordnung der Gesteinsstreifen in einem solchen Mischungsfelde entspricht jener der einzelnen Moränenwälle und Schuttnähte eines mehrfach zusammengeschweißten Gletscherstromes.

Was nun die Lage der hier erzeugten Breccien betrifft, so ist klar, daß wir einerseits entlang der Schubfläche, andererseits vor der Stirn der Schubmasse eine mehr oder weniger zusammenhängende Ansammlung von Breccien erwarten können.

Diese Art der Lagerung erinnert an eine Wurzel (a in Fig. 2) und wir wollen sie auch so bezeichnen.

Bei dieser Betrachtung ist von allen nebensächlichen Breccienbildungen innerhalb der einzelnen Bewegungskörper abgesehen und das Interesse nur dem Hauptzeugnisse zugewendet.

Die Breccien, welche so durch Überschiebung gebildet werden, sind entweder zwischen ruhende und überschobene oder zwischen zwei ungleich bewegte Massen eingeschaltet.

Es soll hier nun auch noch kurz jene Abänderung der Sachlage besprochen werden, welche herbeigeführt wird, wenn nur der untere Teil eines Schichtsystems an solchen Überschiebungen teilnimmt. Wie wir aus der schematischen Darstellung (b in Fig. 2) ersehen, bleibt die Lage und Ausbildung der Dislokationsbreccien dieselbe, nur werden die oberen Schichtlagen, welche der erzeugenden Tektonik nicht gehorchen, aufs lebhafteste verschoben, zerbrochen und gefältelt. So entsteht aus ihnen ein Gebilde, das bei genügend heftiger Zerrüttung und Zertrümmerung ebenfalls wieder als eine Dislokationsbreccie bezeichnet werden kann.

Dieselbe unterscheidet sich sowohl durch ihre Lage als auch vor allem durch ihre Zusammensetzung von den früher besprochenen tektonischen Breccien.

Sie greift über die tektonischen Elemente ihres Untergrundes diskordant hinweg und besteht ähnlich wie die Trümmerzone eines

verzerrten Mittelschenkels hauptsächlich aus den Brocken einer bestimmten Schichtzone.

Um die äußere Analogie mit einzelnen Verhältnissen des Sonnwendgebirges zu vollenden, können wir nun noch die Annahme zufügen, daß diese obere Schichtserie, welche nicht unmittelbar in die Tektonik ihres Untergrundes einbezogen ist, aus zwei sehr verschiedenen Teilen bestehe. Der untere, brüchigere werde zu der eben beschriebenen Breccie umgearbeitet, während sich zum Beispiel in den oberen, zäheren Massen wieder eine selbständige Überschiebungstektonik ausbilde. Diese oberen Schichtlagen schwimmen gleichsam über der Breccie. Das würde nach Wähler eben dem Verhältnis der Hornsteinbreccie zu den auflagernden Oberjurakalken entsprechen.

Für die Auffassung der Breccie ändert sich dadurch sehr wenig, nur die Mischungsmöglichkeit wird erhöht, indem ihr nunmehr nicht nur von der Unterseite, sondern auch von der Decke fremde Bestandteile einverleibt werden können.

Neben diesen durch Faltung und Schub erzeugten Dislokationsbreccien können solche auch durch Verwerfungen gebildet werden. Ihre Anordnung folgt streng der Vorzeichnung der Verwerfungsflächen und die Sprunghöhe gibt im Verhältnis zu der betroffenen Schichtreihe die Mischungsmöglichkeiten an (*c* in Fig. 2).

Untersuchen wir nunmehr die tatsächlichen Lagerungen der Hornsteinbreccie im Sonnwendgebirge.

Den großartigsten Aufschluß gewähren die Ostwände des Rofan—Hörndl—Sonnwendjochkammes (Fig. 3). Bei Betrachtung der von Wähler gegebenen tektonischen Darstellung dieses Wandstreifens ist wohl zu beachten, daß die Schnittfläche dieses mächtigen Abbruches mit der Streichrichtung der überschobenen Falten einen Winkel von nur 20—30° bildet. Das heißt mit anderen Worten, daß die tektonischen Erscheinungen, welche man ja gewöhnlich senkrecht zum Streichen betrachtet, in diesem Wandbild eine ca. 2—3malige Verlängerung zeigen. Für unsere Untersuchung ist das nur vorteilhaft, weil sich dadurch die Einzelheiten viel deutlicher verfolgen lassen.

Wir sehen hier die Hornsteinbreccien in zwei größeren Massen und einer ganz kleinen auftreten, welche letztere von Wähler überhaupt nur als alter Schutt bezeichnet wird.

Die nördliche große Breccienmasse ruht auf Radiolarienschichten, mit denen sie an der Nordwestseite des Rofans stellenweise durch Wechsellagerung verbunden ist.

Schon diese ruhige Wechsellagerung an einer Stelle, wo ja eine Dislokationsbreccie heftiges Aufbränden zeigen müßte, spricht offen und klar gegen eine tektonische Entstehung.

Noch wichtiger für die Beurteilung dieser Breccienmasse ist aber der Umstand, daß dieselbe nicht nur keine mit der Schubfläche verbundene Wurzelzone besitzt, sondern im Gegenteil einer unten vollständig geschlossenen Mulde von Radiolarienschichten eingebaut ist. Eine Entstehung aus den Trümmern eines Mittelschenkels oder aus jenen einer Schubbahn ist vollkommen ausgeschlossen. Noch eine weitere Beobachtung wehrt gegen tektonische Entstehung. Der An-

schnitt der Ostwand, dem Fig. 3 größtenteils folgt, schließt an der Kante der Rofanspitze unmittelbar an jenen der Nordwestwand an.

Während nun im Ostschnitt die Breccienmasse dem Schubkörper IV aufrucht, greift sie im Nordwestschnitt über die Stirn dieses Schubleibes wieder ohne Wurzelzone auf die nächsttiefere Schubbmasse V über. Dabei bilden unausgesetzt Radiolarienschichten ihren Untergrund (siehe Schema A bei Fig. 3). Das ist mit dem Charakter einer Dislokationsbreccie der ersteren Art unvereinbar. Viel eher würde der äußere Anblick etwa dem in Fig. 2 abgebildeten Typus von Dislokationsbreccien entsprechen. Hier stimmt jedoch die Zusammensetzung durchaus nicht. Die Komponenten der Hornsteinbreccie im Bereiche des Rofankammes sind sehr mannigfaltig. Plattenkalk, Kössenschichten, Riffkalk, verschiedene Liaskalke, Hierlatzkalke, Crinoidenbreccien, Radiolarienschichten, Hornsteinkalke sind vertreten und bunt durcheinandergemengt. Das ist hinwiederum mit der Bildung einer Dislokationsbreccie, welche hauptsächlich aus der Zertrümmerung einer bestimmten Schichtzone zwischen zwei verschiedenen tektonischen Stockwerken hervorging, unvereinbar.

Der kleine Aufschluß von Hornsteinbreccie nördlich vom Hörndl steht ganz ohne Beziehung zu der dortigen Faltung und Schiebung. Er liegt ebenfalls auf Radiolarienschichten.

Sehr interessante Einblicke gewährt uns die Hornsteinbreccie des Sonnwendjoches (Fig. 3), welche noch von oberjurassischen Kalken überlagert wird. Im nördlichen Abschnitte ist hier eine mehrfache, ruhige Wechsellagerung mit den liegenden Radiolarienschichten erschlossen. Auch hier betrifft diese innige Verknüpfung der Breccie mit dem Liegenden wiederum eine Stelle, wo man bei tektonischer Entstehung sicherlich auf wirre Störungen rechnen müßte.

Während aber am Rofan die Hornsteinbreccie allenthalben von Radiolarienschichten untersäumt wird, stößt sie hier weiter südlich unvermittelt teils an rote Liaskalke, teils an weißen Riffkalk. Die Entfernung der Radiolarienschichten und der roten Liaskalke ist dabei größtenteils tektonisch vollkommen unbegründet.

Eine Abscherung ist nur unter dem Schubkörper I motiviert. Aber selbst hier spricht der Umstand, daß die Lücke der Radiolarienschichten noch weit über die Faltenstirn hinausgreift, gegen die Auffassung als Abscherungserscheinung. An den anderen Stellen kann man gar nicht an eine solche Erklärung denken.

Hier bleibt nur übrig anzunehmen, daß diese Schichten entweder lückenhaft abgelagert oder später erosiv entfernt wurden. Das erstere ist bei tieferen Meeressedimenten sehr unwahrscheinlich und wir besitzen keine weiteren Anhalte für diese Annahme. So bleibt wohl nur die Erklärung als Erosionseinschnitte, was wieder mit einer sedimentären Bildung der Hornsteinbreccie gut zusammenstimmt.

Auch dieser Breccienrest besitzt keine Wurzelzone und übergreift die schiebende Faltenstirn nach rückwärts.

Gegen eine Dislokationsbreccie vom Typus Fig. 2 muß auch hier wieder die Buntheit der Komponenten und deren reiche Mischung ins Feld geführt werden.

Die Auflagerung der oberjurassischen Kalke gibt noch einen weiteren Beweis in derselben Richtung.

Die schiebende Faltenstirn I (Fig. 3) hebt sich als überkipptes Gewölbe stark empor. Diesem kräftigen Empordrängen folgt nun weder die Lagerung der Breccie noch auch die der flach darüber gedeckten oberen Jurakalke. Wenn das Hereindringen der Faltenstirne die Breccie geschaffen hätte, so müßte dieselbe und ihre Decke daran emporbranden.

Dieses vorzügliche Profil erweckt gerade im Gegenteile durch die Einordnung der Breccienmassen den Anschein von Ein- und Anlagerung in einem älteren Faltungsrelief.

Was wir an den schönen Aufschlüssen des Rofan—Sonnenwendjochkammes bezüglich der Hornsteinbreccie erkannt haben, finden wir mehr oder weniger ausgesprochen an den übrigen Hornsteinbreccien des Sonnenwendgebirges wieder.

Es würde mich hier zu weit führen, alle diese Aufschlüsse eingehend zu beschreiben, was für den östlichen Teil des Gebietes um so weniger notwendig ist, als ja Wähner dafür vollständig richtige und ausgezeichnet klare Darstellungen gegeben hat.

Einige Vorkommnisse müssen jedoch noch näher besprochen werden. Gehen wir an der gewaltigen Nordwand des Sonnenwendgebirges vom Rofan gegen Westen (Fig. 4), so treffen wir am Roßkopf, dann zwischen Seekarspitze und Hochiß sowie endlich am Westgrat der Hochiß auf ausgedehntere Reste von Hornsteinbreccien.

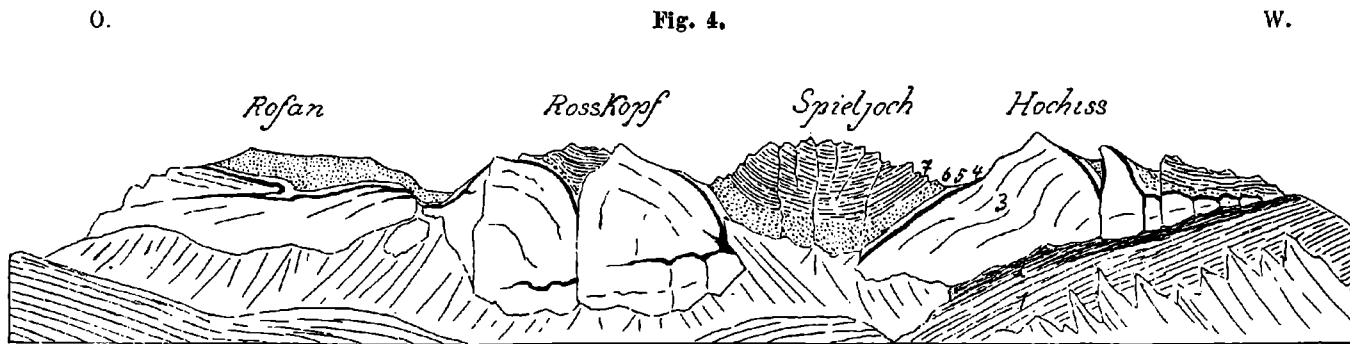
Der umfangreichste Aufschluß ist in dem Gewände des Spieljoches zwischen Seekarspitze und Hochiß zu finden. Die beiden letztgenannten Berge stehen wie zwei große Keile von Riffkalk einander gegenüber, deren Oberflächen, soweit sie nicht abgewittert sind, von roten Liaskalken und Radiolarienschichten bedeckt sind.

Auf dieser Grundlage folgen dann die Hornsteinbreccien, welche noch von einer stattlichen Folge von oberjurassischen Hornsteinkalken überlagert werden.

Die ganze Lagerung ist deutlich muldenförmig und man kann dieselbe von diesem Wandabbruch noch weit gegen Süden verfolgen. Hier fehlt in der unmittelbaren Nähe der Breccie überhaupt jeder tektonische Beweggrund zur Ansammlung von großen Massen von Dislokationsbreccien. Die schwach zusammengedrückte Muldenform kann man unmöglich zur Erklärung heranziehen.

Unsere Breccie tritt vollständig wie ein sedimentäres Schichtglied auf. Sie erscheint hier nicht nur im Liegenden, sondern auch im Hangenden eng mit den Nachbargesteinen verbunden.

Wir finden (Fig. 5 a) über dem steilgewölbten weißen Riffkalk (1), der in breiter Fläche bloßgelegt ist, einen großenteils von der Erosion weggefressenen Teppich von roten Liaskalken (2). Diese dringen, wie man aus Fig. 4 ersieht, in zwei größeren Keilen in die Riffmasse hinein. Nach meiner Meinung wird man diese Stellen wie noch manche ähnliche im Sonnenwendgebirge immer noch am natürlichsten als ursprüngliche Wechsellagerungen mit dem aufwachsenden Riff begreifen. Die roten Liaskalke werden von den Radiolarienschichten (3) überdeckt, welche gegen oben dickbankig, mergelig und breccienartig (4)



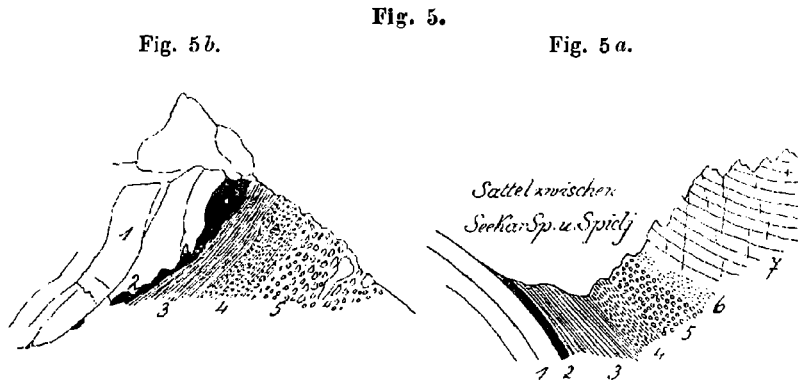
Ansicht des Sonnwendgebirges von Norden.

1. Plattenkalk. -- 2. Kössener Schichten. — 3. Weißer Rifkalk. — 4. Roter Liaskalk. — 5. Radiarienschichten.
6. Hornsteinbreccie. — 7. Oberjurakalke.

werden. Über ihnen stellen sich dann mächtige, ungeschichtete Konglomeratmassen (5) aus sehr verschiedenen Kalken ein, welche gegen oben an Hornsteinbreccien (6) grenzen. Diese bilden dann erst die Unterlage der oberjurassischen Hornsteinkalke (7), denen wieder mehrfach breccienartige Lagen eingeschaltet sind.

Die Aufschlüsse am Roßkopfe und am Westgrate der Hochiß (Fig. 4) bringen in bezug auf die Lagerung der Hornsteinbreccie wenig Neues. Sie erscheint durchaus wie ein sedimentäres Glied dem Gebirgsbaue eingefügt. Von einer tektonischen Begründung der Breccie ist auch hier nichts zu erkennen. Die kleinen Verwerfungen und Einfaltungen haben dieselbe schon als fertiges Gebilde betroffen, das schon von den oberjurassischen Kalken bedeckt war.

Der Breccienstreifen, welcher an der Nordwestseite des Haiderjochs hinzieht, zeigt an der Nordecke dieses Berges überschobene Lagerung. Wähler hat diese Lage in Profilen und Ansichten wiedergegeben. Ich füge ein Profil (Fig. 5) nach meinen Aufnahmen hinzu,



um aufzuweisen, daß auch hier nicht an eine tektonische Bildung der Breccie zu denken ist. Wir finden in kräftig überkippter Lagerung weißen Rifkalk (1), ein verdrücktes Band von roten Liaskalken (2), Radiolarienschichten (3), Hornsteinbreccie (4) und ein Konglomerat aus teilweise sehr groben Kalkbrocken (5), in dem vor allem sehr viele Liaskalke vertreten sind.

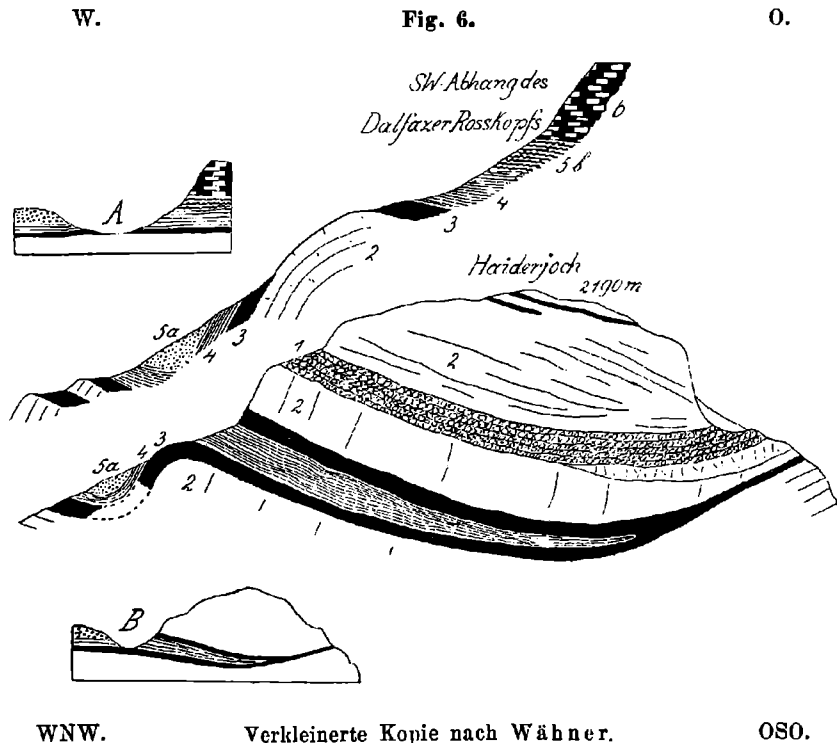
Es ist sehr bemerkenswert, daß die Radiolarienschichten gegen oben mehr Bruchstücke und Gerölle aufnehmen und so sandig und breccienartig werden. Hier herrscht ebenso wie am Spieljoch ein unverkennbarer Übergang und ebenso bemerken wir wieder eine deutliche Scheidung zwischen einer Lage von geschichteter, hornsteinreicher Breccie und einem undeutlich geschichteten Konglomerat, welches fast ausschließlich aus ziemlich groben Kalkgeröllen aufgebaut wird.

Diese Erscheinung ist mit jeder Art von tektonischer Entstehung ganz unvereinbar.

Die Hauptstörungsfläche schneidet in diesem Profile zwischen den roten Liaskalken und den Radiolarienschichten durch. Weiter

gegen Südwesten hin treffen wir dann die Hornsteinbreccie ganz regelmäßig einer flachen Mulde eingebettet. Wähler hat einen Durchschnitt durchs Haiderjoch (Fig. 6) veröffentlicht, der diese Lagerung aufs klarste offenbart.

Wir sehen eine schmale, liegende Falte mit roten Liaskalken und Radiolarienschichten unmittelbar an die kleine, tieferliegende



1. Oberrätischer Mergelkalk. — 2. Weißer Rifalk. — 3. Roter Liaskalk. —
4. Radiolarienschichten. — 5a. Hornsteinbreccien. — 5b. Kieselige Gesteine. —
6. Oberjurakalke.

A = Lagerung der Schichtmassen nach Ausgleich der Verbiegung des nebenstehenden Profils.

B = Lagerung der Schichtmassen nach Ausgleich der Verbiegung des überstehenden Profils.

Mulde angegliedert, welche in ihrem Kerne die Hornsteinbreccie enthält. Auch hier haben wir keine Beziehung zu der unmittelbar benachbarten, sehr intensiven Faltung.

Denken wir uns die tiefere Mulde ins gleiche Niveau mit der liegenden Falte erhoben (Fig. 6, Schema B), so liegt die Scholle von Hornsteinbreccie knapp vor der Erosionsstirne der liegenden Falte. Sie steht mit dieser weder durch eine Wurzelzone noch auch nach

ihrer Zusammensetzung in einer innerlichen Beziehung. Es bleibt uns hier nur übrig anzunehmen, daß die Breccie erst nach Vollendung und Erodierung der liegenden Falte angelagert und später noch einmal mitgefaltet wurde.

Noch deutlicher tritt uns dieselbe Erscheinung an der Südwestseite des Dalfazer Roßkopfes (Fig. 6) entgegen. Wir verdanken auch diese Abbildung der Arbeit Wähners. Glätten wir auch da im Geiste wieder die Faltung aus (Fig. 6, Schema A), so erkennen wir, daß die Hornsteinbreccie im gleichen Niveau knapp neben den dünnplattigen Kieselkalken auftritt. Wo soll hier die tektonische Erzeugung unserer Breccie zu suchen sein?

Diese Lagerung ist nur zu verstehen, wenn man die Hornsteinbreccie entweder als eine unregelmäßige, lückenhafte, sedimentäre Bildung begreift, über oder neben welcher die dünnplattigen Kieselkalke abgesetzt wurden, oder aber wenn sie diese als ältere Gebilde größtenteils zerstört und sich einverleibt hat.

Einen der interessantesten und für das Verständnis der Hornsteinbreccie wichtigsten Aufschlüsse treffen wir an der Südseite des Haiderjoches (Fig. 7).

Hier tritt das Sonnwendgebirge mit der Triasscholle der Ebner-Sp. in innige Berührung. Die Wettersteinkalkscholle, welche den Hauptteil dieses kühn zugespitzten Berges ausmacht, ist kräftig gegen Norden vorgeschoben.

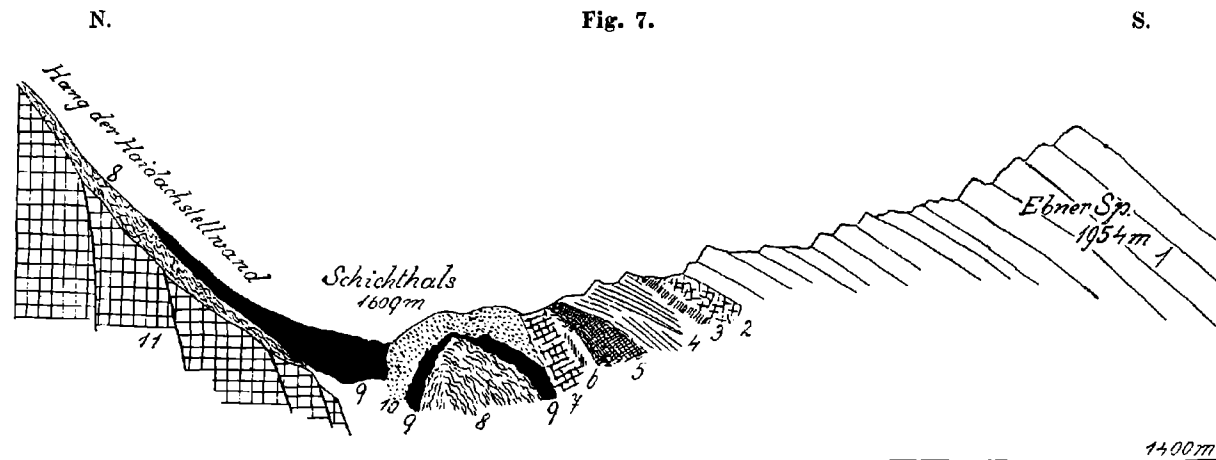
So nehmen ihre liegenden Schichten, die nachgiebigen Reichenhaller Schichten, stark gestörte Lagerungen ein, während die Bänke des Wettersteinkalks anscheinend ziemlich ruhig gegen Süden einfallen und auf ihrem Rücken bei der Astenau alpe noch einen spärlichen Rest von Raibler Schichten tragen.

Zwischen dieser Triassmasse und dem Haiderjoch ist nun eine gleichfalls gegen Norden gedrängte Sattelzone eingeschaltet, deren Kern stark zerpreßte Radiolarienschichten bilden. Über denselben lagert ein auffallend kräftig rot gefärbtes Konglomerat, das wieder von den Sandsteinen und Konglomeraten der Gosau zugedeckt wird. Die Radiolarienschichten sind sehr stark zerfaltet und zerbrochen. An der Grenze gegen das auflagernde Konglomerat erscheinen dieselben stellenweise stark ausgebleicht.

Das rote Konglomerat besteht vorzüglich aus den Rollstücken von weißen, roten, grauen Kalken (Riffkalk-Liaskalke). Hornsteinkalke sind ebenfalls darin eingeschlossen. Die stellenweise sehr groben Gerölle und Blöcke sind durch roten Schlamm miteinander verbunden.

Die Grenze gegen die Gosausandsteine und -konglomerate ist überall scharf und ohne Spur von Vermischungen. Während im Gosaukonglomerat höchstens kopfgroße Gerölle vorhanden sind, führt das rote Konglomerat nicht selten Blöcke von $\frac{1}{2}$ m Durchmesser.

Die Gerölle des Gosaukonglomerats sind durchwegs auffallend glatt und blank poliert und von viel ortsfernerer Abkunft als die schlecht abgerollten, oft kantigen Gerölle und Blöcke des roten Konglomerats, welches lediglich aus ortsnahen Gesteinen sich aufbaut. Merkwürdigerweise habe ich keine Gerölle darin gefunden, welche sich mit Sicherheit aus den benachbarten Triasschichten ableiten lassen.

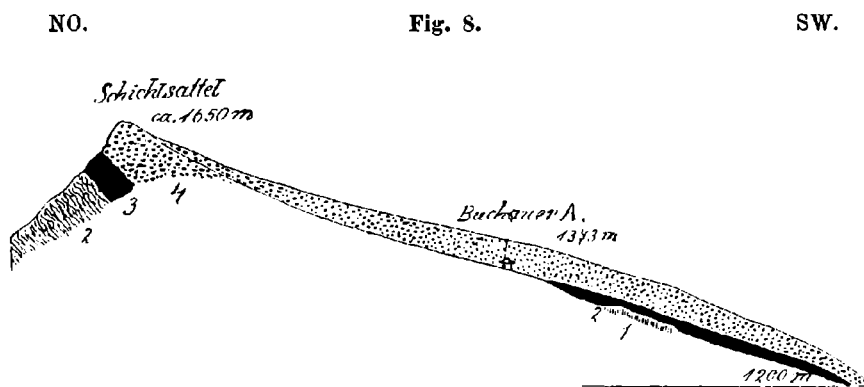


- | | |
|--|--|
| <p>1. Deutlich geschichteter Wettersteinkalk.</p> <p>2. Zertrümmerter Wettersteinkalk.</p> <p>3. Tonige Massen, rote und grüne Sandsteine.</p> <p>4. Schwarze gebankte Kalke.</p> <p>5. Gips von dunkelgrauem Dolomit und dolomitischem Kalk begleitet und durchbändert.</p> | <p>6. Breccie von Gips, Dolomit, Kalk und grünen Sandsteinen.</p> <p>7. Buntes Gemenge von Massen schwarzen Kalkes, von Gips, Dolomit und Rauhacken.</p> <p>8. Radiolarienschichten.</p> <p>9. Rotes Konglomerat (Hornsteinbreccie).</p> <p>10. Gosauschichten. — 11. Weißer Riffkalk.</p> |
|--|--|

Dieses rote Konglomerat, das höchstwahrscheinlich der uns schon mehrfach bekannten kalkigen, konglomeratischen Zone der Hornsteinbreccie entspricht, findet sich aber auch noch nördlich von dem eben beschriebenen Sattel als eine steil aufgerichtete Decke, welche hier wiederum über außerordentlich heftig gefalteten Radiolarienschichten liegt (Fig. 7).

Die Radiolarienschichten, welche unbeschreiblich verquetscht, verfaltet und verzerrt sind, ruhen auf 80—85° geneigten, staffelförmig zerschnittenen Rutschflächen von weißem Riffkalk, welcher bereits dem Klotz des Haiderjochs angehört.

Man kann durch schroffe Runsen neben diesen blank gescheuerten, riesigen Rutschtafeln emporklimmen und sich handgreiflich von der gewaltigen Kraft der hier ins Spiel getretenen tektonischen Bewegungen überzeugen. Wir hoffen, daß Wähner in dem zweiten



1. Weißer Riffkalk. — 2. Radiolarienschichten. — 3. Rotes Konglomerat (Hornsteinbreccie). 4. Gosauschichten.

Teile seines Sonnwendwerkes dieser großartigen tektonischen Werkstätte einige seiner vortrefflichen photographischen Tafeln widmen wird.

Was uns an diesem großartigen Aufschluß besonders interessiert, ist der Umstand, daß das rote Konglomerat (Hornsteinbreccie) gerade hier, an einer so klaren Stelle mächtiger tektonischer Verschiebungen, nicht direkt der Schubbahn anliegt, sondern erst oberhalb der mächtig zerfalteten Radiolarienschichten sich einstellt. Wäre das rote Konglomerat aus der Zertrümmerung und Aufarbeitung der Schichten längs der Schubbahn hervorgegangen, so müßte dasselbe die Stelle der Radiolarienschichten einnehmen. Trotz der mächtigen Verschiebung wurden übrigens nicht einmal die am meisten davon betroffenen Radiolarienschichten zu einer Dislokationsbreccie zerarbeitet.

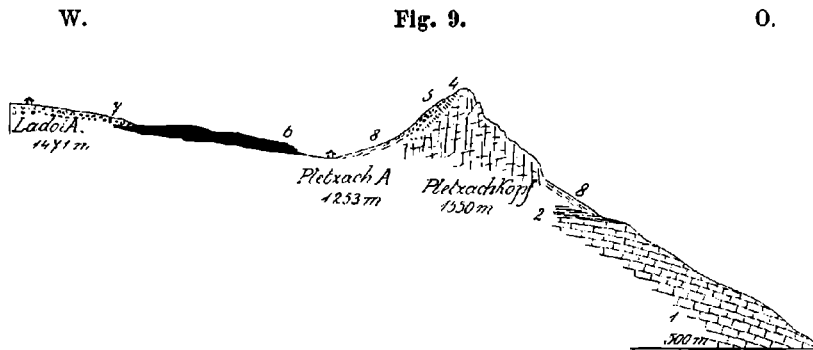
Wenn wir vom Schichthals gegen Westen zur Buchauer Alpe und dann in dem tiefen Graben gegen das Achental niedersteigen, begegnen wir im Liegenden der Gosauschichten wieder dem roten, grobblockigen Konglomerat, das daselbst eine langgestreckte Wand bildet.

Im Liegenden dieses Konglomerats (Fig. 8) ist bei der Felsstufe unter der Buchauer Alpe weißer Riffkalk erschlossen. An einer Stelle erscheint zwischen Riffkalk und rotem Konglomerat ein kleiner, von Rutschflächen zerschnittener Fetzen von Radiolarienschichten eingeschaltet.

Wir werden später bei Besprechung der Gosauschichten noch einmal auf dieses größte geschlossene Gosauvorkommen des Sonnwendgebirges unsere Aufmerksamkeit zu wenden haben.

Damit sind die wichtigsten Aufschlüsse der Hornsteinbreccie im eigentlichen Sonnwendgebirge aufgeführt und es bleiben uns nur noch die kleinen Reste an den Inselriffen des Klobensteins und des Pletzachkopfes zu erwähnen.

Das Klobensteinriff besteht der Hauptsache nach aus einem gegen Osten schmaler werdenden Keil von Riffkalk. Während die Riffkalk-



1. Hauptdolomit. — 2. Kössener Schichten. — 3. Riffkalk. — 4. Breccie aus Liaskalke. — 5. Hornsteinbreccie. — 6. Gosauschichten. — 7. Glazialschutt. — 8. Gehängeschutt.

masse in dieser Richtung allgemach auskeilt, stellen sich dafür rote Liaskalke, Radiolarienschichten, Hornsteinbreccie und Hornsteinkalke ein, welche ihrer relativ tieferen Lage die Erhaltung zu verdanken haben. Abgesehen von einer leichten, schief muldenförmigen Verbiegung hält die ganze Schichtserie eine ziemlich flache Lagerung inne. Die Hornsteinbreccie ist nur gering mächtig.

Sie erscheint genau wie die übrigen Schichtlagen dem einfachen Bau des Ganzen eingeordnet. Hier fehlt überhaupt jede Spur einer Tektonik, welche etwa zur Erklärung der Hornsteinbreccie herangezogen werden könnte.

Auch der im Osten des Gebietes gelegene Pletzachkopf (Fig. 9) erweist sich als eine ganz einfache Schichtfolge, welche lediglich von vielen, meist senkrechten Sprüngen und Klüften durchrissen ist.

Da nun die Unterlage des vorzüglich aus Riffkalk bestehenden Felsklotzes aus schräg gegen Süden hin geneigten Kössener Schichten und Hauptdolomit erbaut wird, hat sich ein mächtiger Bergsturz aus

den Gipfelfelsen losgerissen, welcher noch heute nahezu die ganze Breite des Inntales einnimmt.

Dem Riffkalk des Pletzackkopfes schmiegen sich nun an der Westseite (Fig. 9) unmittelbar Hornsteinbreccien an, welche sich wiederum in eine tiefere, vor allem aus Liaskalken gebildete Breccie und eine obere, hornsteinreiche Breccienzone trennen lassen. Da diese Breccien, welche von den im Westen nahe heranreichenden Gosauschichten scharf getrennt bleiben, von keiner weiteren Schichtdecke mehr eingehüllt werden, kann man keinerlei tektonische Erklärung für ihre Entstehung heranziehen.

Damit sind die wichtigeren Aufschlüsse der Hornsteinbreccie im Sonnwendgebirge in Hinsicht ihrer Lagerung gegenüber den benachbarten tektonischen Elementen beschrieben.

Wir haben erkannt, daß die Hornsteinbreccie nirgends nach Art einer Dislokationsbreccie mit der Tektonik ihrer Umgebung in genetische Verbindung gebracht werden kann. Sie erscheint durchaus wie ein selbständiges, sedimentäres Schichtglied. Mehrfach haben wir Lagen von Hornsteinbreccien von einem fast reinen Kalkkonglomerat scheiden können.

Die Wechsellagerungen mit den Radiolarienschichten im Liegenden und den Hornsteinkalken im Hangenden können ebenso wie die stellenweise eingreifende Schichtung nur als sedimentäre Bildungen verstanden werden.

Die Mannigfaltigkeit und die bunte Durcheinandermengung ihrer Komponenten sind der äußerst beschränkten Mischungskraft tektonischer Vorgänge unerreichbar.

Wir haben aus den beschriebenen Lagerungen den Schluß gezogen, daß bereits vor der Anhäufung dieser Breccien Gebirgsbildung stattgefunden haben muß.

Diese Gebirgsbildung ist jedenfalls für die Erklärung der Entstehung der Hornsteinbreccie von entscheidender Bedeutung. Wir müssen uns nunmehr noch der Untersuchung der Gosauschichten zuwenden, ohne deren Beachtung kein volles Verständnis der Tektonik des Sonnwendgebirges möglich ist. Die Gosauablagerungen, welche schon seit langer Zeit bekannt waren und wegen ihres Reichtums an Versteinerungen vielfach ausgebeutet wurden, dringen in zwei weit getrennten Bezirken ins Sonnwendgebirge herein. (Fig. 10.)

Es ist einerseits das große, geschlossene Gebiet südlich der Buchauer Alpe, andererseits das durch Erosion und Schuttbedeckung in mehrere kleinere Lappen geteilte Becken westlich der Pletzachalpe.

Das erstere Vorkommen, das wir schon bei Besprechung der Breccien gestreift haben, ist durch spätere Gebirgsbewegungen noch wesentlich umgeformt worden, indem dasselbe nicht nur im Streichen eine kräftige Verstellung, sondern auch senkrecht dazu durch das Herandrängen der Triasmasse der Ebnerspitze eine Auf-faltung und Zerbrechung erfahren hat.

Im Gegensatz hierzu zeigt die Gosau im Becken westlich der Pletzachalpe noch heute eine flache, ungestörte Lagerung, was um so mehr bemerkenswert ist, als sie zum großen Teil aus weichen Tonen und Mergeln aufgeschichtet ist.

W.

Fig. 10.

O.



Kartenskizze des Sonnwendgebirges.

Maßstab: 1:75.000.

Schräge Schraffen stellen das Grundgebirge, senkrechte die Bergkronen aus jüngeren Schichten (Kössener-Aptychenschichten) dar.

Die schwarzen Flecken deuten die Verbreitung der Gosauablagerungen an.

Die unterbrochenen Linien weisen die Streichrichtung der von O gegen W gerichteten Faltung im Gipfelgebiete.

Ortsbezeichnungen:

1. Klobenstein	2019 m	10. Sonnwendjoch	2224 m
2. Hochhiss	2299 "	11. Haiderjoch	2190 "
3. Rofan	2260 "	12. Erfurter Hütte	1834 "
4. Zireiner See	1793 "	13. Häuserer Kopf	1636 "
5. Ladoialpe	1471 "	14. Achensee .	929 "
6. Pletzachalpe	1258 "	15. Buchauer Alpe	1873 "
7. Pletzackkopf	1550 "	16. Schichthals .	1609 "
8. Postalpe	997 "	17. Allbühelalpe	1488 "
9. Bergalpe	1575 "	18. Kammerkirchkopf	1612 "
19. Ebner Spitze	1954 m.		

Ein Zusammenhang der beiden Gosaubereiche ist heute nicht mehr unmittelbar zu erweisen, doch ist es sehr wahrscheinlich, daß derselbe entlang der Südseite des Sonnwendgebirges bestanden hat.

Die Gosau bei der Buchauer Alpe streicht zwischen 1200—1700 *m* aus, jene von der Pletzachelpe zwischen 1240—1737 *m*.

In den Aufbau der östlichen Gosauserie gewähren die Aufschlüsse südwestlich der Pletzachelpe (Fig. 11) die beste Einsicht. Hier finden wir über einem bituminösen Sandstein (1) mit kleinen Kohlenlagen (alter Kohlenschurf):

2. festen, blaugrauen, braun verwitternden Sandstein;
3. weichen, grauen Mergel mit zahlreichen Gastropoden;
4. festere, sandige Lage mit Korallen, Gastropoden, Muscheln;
5. weichen, grauen Mergel mit Gastropoden;
6. Rudistenkalkbreccie;
7. grauen Lehm mit weißen Schalenstücken;
8. feste Kalkbank, stellenweise Sandstein;
9. grauen Lehm mit wenig Versteinerungen;
10. Lagen und Linsen von Kalk- und Sandstein;
11. glazialen Schutt mit gekritzten Geschieben.

Konglomerate fehlen in diesem Gosaubereiche. Dieselben treten dafür in großer Masse in dem westlichen Bezirke auf. Am Schicht-halse treffen wir in den gegen Osten schauenden Abbrüchen einerseits aschgraue-graugrüne geschichtete Sandsteine, anderseits graue Konglomerate, die an der Basis gröbere Gerölle führen. Das Konglomerat geht gegen oben in den Sandstein über. Hier finden sich oft schwarze Kohlenstückchen darin. Im Sandstein sind vielfach weißschalige Schnecken und Muscheln eingeschlossen. Die größeren Muschelschalen sind schön matt rötlich gefärbt und zeigen Perlmutterglanz. Die meist ziemlich kleinen Gerölle (viele schwarze) sind glänzend glatt poliert und fein gerundet. Sie zeigen eine sehr kräftige und lange Bearbeitung im Wasser an.

Verwerfungen zerschneiden kreuz und quer die Gosaukonglomerate, wobei manchmal einzelne der schön geglätteten Gerölle davon entzweigeschnitten werden.

Fossilisten dieser Gosauörtlichkeiten haben Klipstein, Lechleitner, Pichler, Schlosser und Wähner veröffentlicht. Am ausführlichsten hat sich Schlosser damit beschäftigt, der auch der Entdecker der Rudistenkalkbank bei der Pletzachelpe ist.

Mit dem großen, reich entwickelten Gosabecken von Brandenberg dürften die Gosaubuchten des Sonnwendgebirges wahrscheinlich in Verbindung gewesen sein. Es würde hier zu weit von dem Zwecke dieser Schrift ableiten, näher darauf einzugehen, was später in der Beschreibung der Brandenberger Gosau geschehen soll.

Was uns hier vor allem interessiert, ist die Beziehung dieser Gosaugebilde zur Tektonik des Sonnwendgebirges.

Der Ablagerung der Gosauschichten muß eine gewaltige Erosion vorangeschritten sein, welche aus der allgemeinen Schichtdecke bereits ein dem heutigen

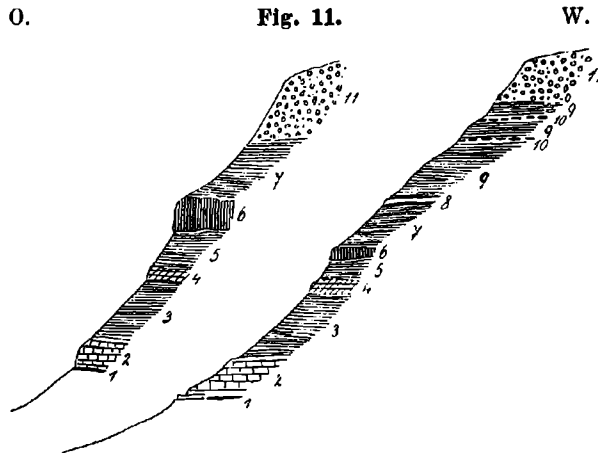
Sonnwendgebirge in groben Umrissen ähnliches Gebilde herausgeschnitten hatte.

Das geht besonders aus der Betrachtung der Gosaubucht westlich der Pletzachalpe hervor.

Dieselbe liegt innerhalb eines hufeisenförmigen Bogens von einzelnen Riffkalkmassen und sie dürfte unter der Schuttschwelle von Ladoi höchstwahrscheinlich noch sogar unmittelbar den Kössener Schichten und dem Plattenkalk des Gebirgssockels aufliegen.

So tief war also schon damals die Erosion eingedrungen. Heute stoßen die Gosaschichten sowohl östlich von Ladoi, als besonders im Westen der Bergalpe (Fig. 10) noch unmittelbar mit den Riffkalkfelsen zusammen.

Auch die Gosau der Buchauer Alpe, welche nach der Tektonik des Schichthalses seither noch eine beträchtliche Aufschiebung er-



fahren haben muß, zeigt uns einen außerordentlich tiefen und scharfen Erosionseinschnitt an.

Man wird vielleicht einwenden wollen, daß sich diese Gosaureste nicht mehr auf primärer Lagerstätte befinden. Dieser Einwand ist angesichts der Beschaffenheit der Gosau bei der Pletzachalpe, wo wir die horizontal geschichteten, weichen Kohlenflözchen, Tone und Mergel haben, vollkommen unhaltbar.

Es ist mechanisch ausgeschlossen, so leicht veränderliche Gebilde aus der Ferne in diesen hufeisenförmigen Hof zwischen die Riffkalkfelsen hineinzuschieben, ohne daß sich die Spuren eines solchen gewaltsamen Eingriffes in der Lagerung nachweisen lassen.

Übrigens zeigt auch die Gosau der Buchauer Alpe lediglich Umlagerungen, welche durch die später erfolgten rein örtlichen Hebungen und Schiebungen leicht erklärbar sind. Ihre ursprüngliche Lagerung gegenüber dem Sonnwendgebirge ist dadurch nicht beträchtlich verschoben worden.

Wenn nun die Gosaureste im Süden und Osten des Sonnwendgebirges so alte, tiefe Erosionsfurchen weisen, so folgt daraus mit hoher Wahrscheinlichkeit, daß auch die mächtigen Einsenkungen im Westen und Norden der Gruppe schon zu jener Zeit veranlagt waren.

Gestützt auf die Beobachtungen über die Gosaureste, können wir behaupten, daß das Sonnwendgebirge bereits vor der Gosauzeit schon als Gebirgsstock aus seiner Umgebung herausgeschnitten war. So mächtig auch alle nachfolgenden Erosionsangriffe gewirkt haben, im wesentlichen ist nur eine bedeutende Tieferlegung der alten Erosionsfurchen rings um das Gebirge und eine dementsprechende Zuschärfung der oberen Gehänge erzielt worden.

Wenn das Sonnwendgebirge schon vor der Gosauzeit allseitig von Erosionsfurchen umzeichnet war, so können alle nachfolgenden Gebirgsbewegungen nicht mehr imstande gewesen sein, die Faltungen in der freien Gipfelkrone zu bewirken.

Überschiebungen, welche etwa diese alten Erosionsfurchen überwältigt hätten, sind nirgends nachzuweisen.

Die feinen Faltungen im Gipfelkörper des Sonnwendgebirges müssen also zu einer Zeit entstanden sein, wo derselbe noch mit seiner Umgebung verbunden war, das heißt, sie sind älter als die Erosion vor der Ablagerung der Gosauschichten.

Das stimmt mit unseren Ergebnissen bezüglich der Hornsteinbreccien bestens überein. Ebenso deckt sich das mit der wichtigen Beobachtung, daß die Faltungen, welche vorzüglich Riffkalk—Liaskalk und Radiolarienschichten beherrschen, ungenau nordsüdlich streichen und nach der Lage der Faltenrücken und Muldenbäuche von Osten gegen Westen vordrangen.

So steht die Streich- und Bewegungsrichtung dieser alten Falten angenähert senkrecht zu der Bewegungsrichtung der späteren Faltungen.

Tektonische Selbständigkeit tritt uns hier in der Gipfelregion des Sonnwendgebirges klar entgegen, die ihre Erhaltung vor allem den tiefen Gräben verdankt, welche bereits vor der Gosauzeit ringsher eingegraben wurden. Diese haben die Gebirgskrone wie eine Festung gegen spätere Angriffe beschützt.

Damit soll nicht etwa behauptet werden, daß das Gebirge als Ganzes nicht noch vielfachen Bewegungen unterworfen wurde. Auch dem Durchlaufen von Verwerfungen war damit keine Grenze geboten. Nur die Anlage der feinen Architekturen in den Gipfelfelsen muß vor der Gosauzeit stattgefunden haben.

Die Faltungen und Schiebungen nach der Gosauzeit haben vor allem neue, große Faltenwellen aufgeschwungen und so die ursprünglich verbundenen Gosauarme auseinandergerissen. Die schönen Aufschlüsse am Schichthals gewähren uns einen vortrefflichen Einblick, wie weit diese nachherigen Bewegungen das Sonnwendgebirge erfaßten.

Wir sehen hier vor allem eine sehr starke Schrägstellung der Gosauschichten von O — W. Außerdem bemerken wir, daß der südliche Triaskeil mit großer Gewalt gegen das Sonnwendgebirge angepreßt wurde. Die großen Schubflächen an der Südseite des Haiderjoches sind jedenfalls mit diesen Bewegungen in Zusammenhang zu bringen.

Aber gerade an diesen Aufschlüssen erkennen wir, daß die nach Norden drängende Bewegung gar nicht einmal bis in die Nähe der Gipfelfaltungen emporzureichen vermochte.

Dafür sind viele der Verwerfungen, der großen Verbiegungen und Schiebungen im Grundgerüste des Sonnwendgebirges jedenfalls auf Rechnung der späteren Faltungen zu bringen.

Überschauen wir noch einmal die bisherigen Ausführungen, so können wir etwa folgende Beobachtungsreihen für die sedimentäre Entstehung der Hornsteinbreccien geltend machen:

1. Regelmäßige, stratigraphische Einordnung an derselben Stelle der Schichtfolge.

2. Wechsellagerungen im Liegenden und Hangenden mit den Nachbarsedimenten.

3. Verschiedene, lagenweise Ausbildung als Breccien oder Konglomerate und Auftreten von Schichtung.

4. Führung von Gesteinen aus Schichtreihen, welche im Sonnwendgebirge nicht in gleicher Fazies vertreten sind.

5. Einschluß von Gesteinen aus älteren Schichten, welche an den Faltungen der Gipfelregion nicht beteiligt sind.

6. Buntheit und Mannigfaltigkeit der Mischung der Komponenten der Hornsteinbreccie und häufige Geröllform derselben.

7. Fehlen jedes näheren Zusammenhanges mit der benachbarten erzeugenden Tektonik.

8. Fehlen der engen Abhängigkeit der Zusammensetzung von der jeweiligen erzeugenden Tektonik.

9. Verbreitung an Stellen, wo keinerlei größere, tektonische Störungen nachweisbar sind.

Damit glaube ich den Nachweis für die sedimentäre Entstehung der Hornsteinbreccie des Sonnwendgebirges erbracht zu haben.

Von dieser Erkenntnis ausgehend, zeichnet sich die geologische Entwicklung dieses Gebirges vor unseren geistigen Blicken in Umrissen etwa folgendermaßen auf:

Verlandung nach Ablagerung der Radiolarienschichten und Schrägstellung der Sedimente.

Gleitfaltungen der eben erhobenen Massen.

Eingreifen der Erosion und Bildung der Hornsteinbreccien.

Erneutes Untertauchen und Fortgang der Sedimentation.

Allgemeine Gebirgsbildung in der Kreidezeit.

Einschneiden von tiefen Erosionsfurchen.

Ablagerung der Gosauschichten.

Gebirgsbewegungen.

Ablagerung des nahen Häringer Tertiärs.

Gebirgsbewegungen.

Serie von glazialen Erosions- und Sedimentationsprozessen

} Von hier an läßt die Erosion in den oberen Gebirgsteilen überhaupt nicht mehr nach.

Die einzelnen Gebirgsbewegungen sind durchaus nicht etwa gleichwertig. Die Bildung der Faltungen im Gipfelgebiete des Sonnwendgebirges ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine ziemlich beschränkte

Erscheinung. Ich habe wenigstens in den benachbarten Sedimentreihen über den wohl gleichaltrigen Radiolariten keine Anzeichen einer irgend erheblichen Dislokation entdecken können. Ich möchte dieselben im Sinne von E. Reyer als Emersionsfaltungen auf geneigter Basis erklären. Ebenso hat die nachfolgende Erosion und die Aufschüttung der Breccien und Konglomerate nicht annähernd die Bedeutung und Ausdehnung, wie sie die analogen Vorgänge zur Gosauzeit, im Tertiär oder im Glazial erlangten.

Ich stelle mir etwa vor, daß die Sedimente von einem höher gehobenen östlichen Gebiet gegen Westen in kleinen, liegenden Faltungen und Überschiebungen abglitten. Die Unterlage der weichen, zähen, schlüpfrigen Kössener Schichten war diesem Vorgange überaus förderlich. Die Erosion schüttete sodann in die tieferen Einsenkungen die Schuttmassen der Umgebung in Form von Blöcken, Geröllen und eckigem Schuttwerk hinein. Die oft in der Hornsteinbreccie vorkommenden großen Schichtenstücke bilden diesem Vorstellungsgange keine Hemmung, da wir ja gelegentlich dieser Gebirgsbildung im kleinen leicht an einzelne Abrutschungen oder Bergstürze denken können.

Ob die Verlandung gleich nach Ablagerung der Radiolarienschichten einsetzte oder ob noch darüber erst andere Gesteine niedergelegt wurden, ist schwer sicherzustellen. Das letztere wäre ebenfalls mit den Beobachtungen zu vereinen, wenn man annähme, daß es etwa ein den Hornsteinkalken ähnliches Sediment gewesen wäre.

Das Vorkommen von Stücken der hangenden Hornsteinkalke ist ebenso leicht mit dieser Auffassung zu vereinen. Einerseits können solche Stücke ja sehr wohl bei den späteren Gebirgsbewegungen noch in die Breccie geraten sein, andererseits sind in die Hornsteinkalke selbst stellenweise noch Lagen von Breccien eingeordnet, welche der Hornsteinbreccie sehr ähnlich sehen.

Für die Erklärung des Sonnwendgebirges vermag so der Nachweis der sedimentären Natur der Hornsteinbreccien viele und weitreichende Auskünfte zu eröffnen.