

aus der Luft und dem Weltall. Eine wertvolle Ergänzung des Werkes stellt dann sein Anhang vor, der vor allem eine Übersicht der nutzbaren geologischen Vorkommen in Text und Karte (1:600 000) bietet.

Tirolische Namen zur Geologie Tirols, biographische Angaben über tirolische oder in Tirol wohnhafte Forscher und Förderer der Geologie sowie ein Literaturverzeichnis beschließen diesen Anhang.

Endlich haben noch die Assistenten Klebelsbergs Registerbeiträge geliefert, und zwar W. Heissel: Autoren-, Personen-, Orts-Register, G. Mutschlechner: Sach- und Palaeontologie-Register.

Eine besondere Erwähnung verdienen auch die Bildbeilagen und darunter in erster Linie die schöne, farbige Karte 1:500 000, die eine Zierde des Werkes bleibt. Sie stellt einen Ausschnitt aus der „Vettierschen geol. Übersichtskarte von Österreich“ vor, der aber eigens für den Rahmen des Buches zurechtgestellt wurde. Die Profilafeln sind durchaus recht lehrreich, aber leider teilweise in zu kleinem Maßstab. Dies gilt besonders für die N. Kalkalpen — Ötztaler u. Stubaiyer Alpen — Etschtal unter Bozen und Südtiroler Dolomiten.

Wir haben nun die geistige Wanderung durch das Werk von Klebelsberg vollendet und sind davon nicht ermüdet, sondern erfrischt und aufs neue bereit, zu forschen und zu kämpfen. Wir haben die Überzeugung gewonnen, daß die „Geologie von Tirol“ ein wirklich gutes Buch ist und daß daraus auch eine tüchtige Saat erblühen wird.

Ebenmäßig, gehaltvoll, gerecht und einsichtig ist das Gefüge dieses Werkes, ebensoweit entfernt von eiller eigener Aufmachung wie von der heimtückischen Methode der Verzerrung und des Totschweigens gegnerischer Meinungen.

Ein angenehmer Geist fröhlichen Schaffens weht uns hier aus allen Zeilen entgegen, jenes Schaffens, das die richtigen Geologen allzeit auf ihren Wegen im Schauen neuer und immer tieferer Zusammenhänge zu glücklichen und innerlich befreiten Menschen gemacht hat.

Glückauf!

### **E. Spengler.** Bemerkungen zum Problem der Hornsteinbreccie im Sonnwendgebirge. (Mit einer Abbildung.)

O. Ampferer hat in einer Besprechung des von mir vollendeten zweiten Teiles des Werkes von F. Wähner über das Sonnwendgebirge<sup>1)</sup> die von ihm seit 1908 vertretene Vorstellung von der sedimentären Entstehung der Hornsteinbreccie durch neue Argumente gestützt, zu denen ich hier Stellung nehmen möchte.

So sagt Ampferer S. 87: „Zunächst ist nicht einzusehen, warum es zwischen den Radiolarienschichten und den dünn-schichtigen Oberjurakalken bei einer Faltung zu einer so weitgehenden Ablösung kommen soll. Die Schichtfolge Kössener Schichten bis Kreide ist im Sonnwendgebirge für eine solche Zerteilung weder mächtig genug noch enthält sie dafür genügende Materialunterschiede. Gerade zwischen den Radiolarienschichten

<sup>1)</sup> Otto Ampferer, Zur Vollendung des Wähnerschen Werkes über das Sonnwendgebirge durch E. Spengler. Verhandl. Geolog. Bundesanstalt 1935.

und Oberjurakalken ist kein erheblicher Unterschied in bezug auf Faltbarkeit. Auch die Oberjurakalke sind dünn-schichtig genug, um allen Verbiegungen folgen zu können.“

Wähner hat in erster Linie die tonigen Lagen in den Radiolarienschichten, die in den Oberjurakalken nicht mehr vorkommen, als Ablösungshorizont gedeutet (vgl. Swdg. I, S. 163)<sup>1)</sup>, ähnlich wie die tonigen Lagen der Kössener Schichten das tiefere Ablösungsniveau darstellen. Allerdings ist auch dann der Materialunterschied — ich muß da Ampferer vollkommen recht geben — nicht so groß, daß es zu einer Ablösung kommen muß. Aber es ist immerhin diejenige Stelle der Schichtfolge, an der eine Ablösung noch am ehesten denkbar ist. Trotzdem ist die Ablösung eine sehr auffallende und merkwürdige Erscheinung. Auch darin hat Ampferer zweifellos recht, das die Mächtigkeit der Hornsteinbreccie für eine Reibungsbreccie auffallend groß ist.

Ampferer kehrt dann zu der 1908 vertretenen Ansicht zurück, daß die Sonnwendgebirgsfalten als Gleitfalten vor Ablagerung der Hornsteinbreccie — also etwa im unteren Malm — entstanden sind. In einer unmittelbar darauffolgenden Festlandsperiode wäre zunächst eine beträchtliche Erosion dieser Falten und dann die Ablagerung des heute als Hornsteinbreccie vorliegenden Gesteines als subaërischer Schutt erfolgt. Erst mit der Ablagerung der Oberjurakalke beginnt wieder die Meeresbedeckung.

Auch bei dieser Fassung bestehen meiner Ansicht nach für die sedimentäre Deutung der Hornsteinbreccie und die Tektonik beträchtliche Schwierigkeiten.

Ich habe in Swdg. II, S. 161 und 162, gegen Ampferers Vorstellung, daß die Sonnwendgebirgsfalten durch freie Gleitung an der Erdoberfläche entstanden sind, eingewendet, daß mir ohne Belastung<sup>2)</sup> die Bildung der schön regelmäßigen Faltenstirnen unmöglich erscheint.

Ampferer versucht, meinen Einwand unter anderem mit den Worten zu entkräften: „Wenn man die Annahme wählt, daß bei einer Freigleitung der untere Teil eines Schichtsystems zu Rollfalten umgearbeitet wird, während der obere frei darübergleitet, so ist dieses Bedenken ausgeschaltet.“ Es ist mir aber nicht klar, was hier unter dem oberen, frei darübergleitenden Teil des Schichtsystems gemeint sein kann. Wenn man sich auf Ampferers Standpunkt stellt, daß die Rollfalten vor Ablagerung der Hornsteinbreccie entstanden sind, waren damals die Radiolariengesteine der oberste Teil des Schichtsystems; diese aber sind noch in die Rollfalten miteinbezogen, wie die Profile und zahlreiche Bilder in Swdg. I und II zeigen.

Weiter wird von Ampferer die Vorstellung entwickelt, daß der Ablagerung der Hornsteinbreccie eine ausgiebige Erosion vorausgegangen ist. Zur näheren Erläuterung wird der Sonnwendjoch und Haiderjoch

<sup>1)</sup> Swdg. I bedeutet den ersten, 1903 erschienenen, Swdg. II den zweiten. 1935 erschienenen Band des Buches von F. Wähner: „Das Sonnwendgebirge im Unterinntal“ (Verlag Franz Deuticke, Leipzig und Wien).

<sup>2)</sup> Der erste, der darauf hinwies, daß die Bildung der Sonnwendgebirgsfalten nur unter Belastung möglich war, war K. Leuchs (Geologie von Bayern, Bayrische Alpen, S. 146).

enthaltende Teil meines Profils III reproduziert; dabei werden die bei mir mit unterbrochenen Linien angegebenen hypothetischen Konturen im Inneren der Berge mit voll ausgezogenen Linien gezeichnet. Dadurch bekommt man den Eindruck, daß die Hornsteinbreccie des Sonnwendjochs einer Ruine des Faltenbaues aufgelagert ist.

Am Südhang des Sonnwendjochs, an dem von Scherbenstein aufs Sonnwendjoch führenden Wege, ist die Grenze zwischen der Hornsteinbreccie und ihrem Liegenden meist so gut aufgeschlossen, daß sie genau untersucht werden kann. Es zeigt sich, daß die Hornsteinbreccie hier nicht an „gesunden“ Riffkalk und Roten Liaskalk unmittelbar angrenzt, sondern daß sich zwischen beide ein mehr oder minder breiter Streifen einschaltet, in dem auch das an die Hornsteinbreccie grenzende Gestein in eine Breccie verwandelt ist (vgl. die Bilder Swdg. II, Taf. XX, Taf. XXI, Abb. a, und Taf. XXII, Abb. b).

Auch diese Erscheinung läßt sowohl bei der tektonischen als bei der sedimentären Erklärung der Hornsteinbreccie eine Deutung zu. Wähner betrachtet auch diese Breccien im Liegenden der eigentlichen Hornsteinbreccie als Dislokationsbreccien, und zwar derart, daß Weißer Riffkalk und Roter Liaskalk durch fortschreitende tektonische Zertrümmerung in Hornsteinbreccie übergehen.<sup>1)</sup> Im Sinne der Ampfererschen Deutung hingegen wäre es denkbar, die brecciösen Riffkalke und Liaskalke als fossil erhaltene Verwitterungszone der genannten Kalke aus der Festlandsperiode im oberen Jura zu deuten. Man müßte sich vorstellen, daß die genannten Kalke schon im Jura ziemlich tief hinab durch Verwitterungsvorgänge in feinen Schutt zerfallen waren, der nicht wegtransportiert wurde, sondern am Ort seiner Entstehung wieder zu einem festen Gestein verkittet wurde. Heute verwittern die Kalke des Sonnwendgebirges nicht in dieser Weise, sondern unterliegen der Verkarstung; aber man könnte vielleicht denken, daß dies unter anderen klimatischen Verhältnissen möglich war. Gegen diese Deutung als Verwitterungszone sprechen aber vor allem die von Wähner beobachteten Bewegungsspuren in den brecciösen Riffkalcken und Liaskalcken (Swdg. II, S. 125).

Noch schwerer ist bei der Annahme der sedimentären Auflagerung der Hornsteinbreccie auf einer Ruine eines jurassischen Faltenbaues das zungenförmige Eingreifen der älteren Gesteine in die Hornsteinbreccie zu verstehen. Auf der geologischen Karte tritt diese Erscheinung besonders deutlich bei der „Oberen Niedersattelmasse“ hervor;<sup>2)</sup> ein aus der verkehrten Folge: Radiolariengesteine, Roter Liaskalk, Weißer Riffkalk bestehender Sporn wird hier von Hornsteinbreccie nicht nur über-, sondern auch unterlagert. Dasselbe ist auch bei dem aus brecciösen Riff- und Liaskalcken bestehenden Ende der „Mittleren Hochsattelmasse“ der Fall (vgl. Swdg. II, Taf. XX, Abb. b).

Noch weniger als beim Sonnwendjoch läßt sich beim Haiderjoch die Vorstellung rechtfertigen, daß die Hornsteinbreccie einer jurassischen Faltenruine aufgelagert ist. Für das Nordende des Haiderjochs verweise

1) Vgl. Swdg. II, S. 122—126.

2) Etwa 1 cm westlich des Wortes „N. Sattel“ (Swdg. II, S. 126).

ich da vor allem auf das von Ampferer selbst im Jahre 1908 gegebene Profil 5 b (S. 292), aus welchem ebenso wie aus Wähners Photographie und Zeichnung (Swdg. I, Taf. II, und Abb. 37 auf S. 198) ersichtlich ist, daß hier die Hornsteinbreccie konkordant mit den Radiolariengesteinen in den Faltenbau mit einbezogen ist. Wir haben es hier mit dem nördlichen Ende der Haiderlahnermulde zu tun, welche auf der Westseite des Haiderjochs die liegenden Antiklinalen II und IV trennt und stellenweise durch die Stirn von III untergeteilt ist.

Aber auch in der liegenden Synklinale zwischen den Massen I und II des Haiderjochs ist noch eine Spur Hornsteinbreccie eingefaltet, wie ein kleiner Aufschluß bei der Gassenhütte zeigt.<sup>1)</sup>

Es ist eine merkwürdige, nicht leicht zu erklärende Eigenschaft der Hornsteinbreccie, daß sie teilweise noch an dem Faltenbau der darunterliegenden Gesteine beteiligt ist (z. B. Haiderjoch), teilweise nicht mehr (z. B. Sonnwendjoch). Bei der Deutung der Hornsteinbreccie als Distaktionsbreccie muß man sich vorstellen, daß zuerst die kleinen liegenden Falten des Sonnwendjochs entstanden, hierauf die nachdrängende Schubmasse der Oberjurakalke die Stirnen der Falten teilweise abscherte und deren Material in die Hornsteinbreccie aufnahm. Dann erst wurde die Breccie in die sich weiterbildende Haiderlahnermulde eingefaltet.

Aber auch an der Ostseite des Haiderjochs ist die Hornsteinbreccie nicht einem erodierten Fallensystem auf- oder angelagert,<sup>2)</sup> sondern von diesem durch die bedeutende, viel jüngere Krahverwerfung getrennt. An dieser ist der Ostflügel um etwa 200 m gesenkt, so daß die westliche Fortsetzung der Hornsteinbreccie der Krah einst über dem Gipfel des Haiderjochs gelegen war.

Ampferer bemerkt ferner in der Erläuterung zu dem Profil durch das Sonnwendjoch und das Haiderjoch (Fig. 1), daß die Rollfalten des Haiderjochs über die Sonnwendjochrollen hergekommen sind. Diese Deutung ist tatsächlich bei der Betrachtung dieses Profils allein sehr verlockend — trotzdem ist sie mindestens für die Massen I und II des Haiderjochs unmöglich. Denn die bis zum „Langen Boden“ reichende Riffkalkmasse II läßt sich — wie ein Blick auf die Karte zeigt — ununterbrochen bis zum Seekarlsplatz verfolgen, so daß sie mit der Seekarlmasse identisch sein muß. Nun fällt aber am Bettlersteig<sup>3)</sup> die Seekarlmasse unter die mit Kössener Schichten beginnende Untere Rofanmasse ein, welche selbst tektonisch tiefer liegt als die Falten des Sonnwendjochs.

1) Swdg. II, S. 26. Auf der geologischen Karte eingezeichnet. In Profil III auf Taf. XXIX ist dieses Breccienvorkommen in der liegenden Mulde unterhalb der Buchstaben Se. M. gleichfalls angedeutet.

2) Wollte man die Grenze zwischen den Gesteinen des Haiderjochs und der Hornsteinbreccie der Krah nicht als Bruch auffassen, sondern als normale Anlagerung, so müßte hier schon zur Zeit der Ablagerung der Hornsteinbreccie eine steile Ostwand des Haiderjochs bestanden haben. Dann aber müßte die Hornsteinbreccie hier fast gänzlich aus Riesenblöcken von weißem Riffkalk bestehen, ähnlich wie der diluviale und rezente Schutt. Tatsächlich aber ist die Hornsteinbreccie der Krah verhältnismäßig feinkörnig und auch in anderer Beziehung nicht anders beschaffen als sonst im Sonnwendgebirge.

3) Siehe Swdg. II, S. 19, und Profil I auf Taf. XXIX, ferner Swdg. I, Taf. XIV.

Für die Massen III und IV des Haiderjochs läßt sich die Herkunft von oben, über die Falten des Sonnwendjochs hinweg, nicht durch direkte Beobachtung widerlegen: denn diese beiden Massen schneiden am Nordostrand des Haiderjochs an der Krabverwerfung ab, so daß deren nördliche Fortsetzung unter den Oberjurakalken der Latschböden verborgen liegt. Nimmt man aber an, daß trotz der Tatsache, daß die Massen I und II tektonisch tiefer liegen als die Sonnwendjochfalten, die Massen III und IV über diese hergekommen sind, so müßte zwischen II und III eine Schubfläche von verhältnismäßig bedeutender Schubweite liegen, denn beide Rofanmassen, Hörndlschneidmasse, Sagzahnmasse und Sonnwendjochmasse wären überfahren worden. Nun tritt aber die Schubfläche zwischen II und III in dem schmalen Band des

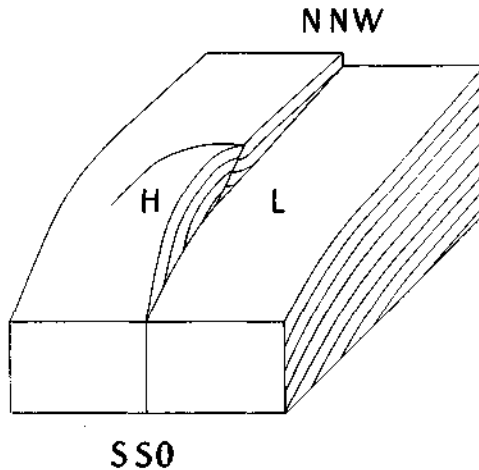


Abb. 1.

Schematisches Blockdiagramm der Haiderjoch- und Sonnwendjochscholle (ohne Berücksichtigung der älteren, durch Druck von O erzeugten Falten tektonik). Zwischen beiden Schollen die Krabverwerfung. *H* = Haiderjoch, *L* = Latschböden. Denkt man sich die Oberjurakalke überall, auch über dem Haiderjoch, noch erhalten, so würde die mit den Buchstaben *H* und *L* versehene Fläche etwa der Oberfläche der Oberjurakalke entsprechen.

Gamsstriches in die Ostwand des Haiderjochs hinaus (Swdg. I, Taf. XII, Abb. 28 auf S. 178). Es ist wohl sehr unwahrscheinlich, daß sich eine — im Vergleich zu den Größenverhältnissen des Sonnwendgebirges — so bedeutende Schubfläche nur durch das schmale, an einzelnen Stellen gänzlich auslassende Band von rotem Liaskalk bemerkbar machen sollte. Ich glaube daher, daß auch der Schubfläche zwischen II und III kein größeres Ausmaß zukommt als den übrigen und somit auch III und IV tektonisch tiefer liegen als die Obere Rofanmasse, die tiefste am Bau des Sonnwendjochs beteiligte Riffkalkantiklinale. Wie ich in Swdg. II, S. 31 bis 34, ausgeführt habe, entsprechen III und IV zusammen wohl der Unteren Rofanmasse.

Die aus dem Profil ersichtliche höhere Lage der Haiderjochfalten gegenüber denen des Sonnwendjochs findet darin ihre Erklärung, daß

zwischen beiden die junge Krahverwerfung durchzieht, an welcher das Haiderjoch gegenüber dem Sonnwendjoch um 200 bis 250 m gehoben wurde.<sup>1)</sup> Im Profil selbst ist diese Verwerfung nicht zu sehen, weil sie durch die Moränen und rezenten Schuttmassen des Altbichler Tales verdeckt ist; vielleicht ist die erste Anlage dieses Tales durch die Verwerfung vorgezeichnet. Hingegen ist die Bruchlinie in der Krah aufgeschlossen, vor allem aber in der Nordwand des Sonnwendgebirges als klaffende Spalte zwischen Roßkopf und Seekarls Spitze (siehe Swdg. II, Taf. XXIII, und Profil I auf Taf. XXIX).

Man könnte gegen das Vorhandensein der Krahverwerfung im Altbichler Tale einwenden, daß sie in dem aus Plattenkalk bestehenden Abhang unterhalb der Altbichlhütten nicht mehr nachweisbar ist. Diese Erscheinung wird durch folgende Überlegung erklärt: Der westlich der Krahverwerfung gelegene Teil des Sonnwendgebirges (Haiderjochscholle) zeigt steileres, der östlich des Bruches gelegene (Sonnwendjochscholle) flacheres Herabbiegen der Schichten gegen Süden (siehe Abb. 1). Das Haiderjoch stellt die höchste, wohl erst durch den Anschub der Karwendelschubmasse hervorgerufene Aufwölbung des Riffkalkes im südlichen Teil des Sonnwendgebirges dar;<sup>2)</sup> östlich der Bruchlinie fehlt diese Aufwölbung. Gerade dort, wo die Scholle des Haiderjochs diejenige des Sonnwendjochs am meisten überragt, schneidet das von Ampferer reproduzierte Profil III durch. Südlich dieses Profils gleicht sich der Höhenunterschied beider Schollen sehr rasch aus, ja die Haiderjochscholle sinkt sogar tiefer als die Sonnwendjochscholle. Ein zu dem Profil III paralleler Schnitt (etwa in der Linie Häuserer Kopf—Kammerkirchkopf) würde die Riffkalke der Haiderjochscholle schon in einer etwas tieferen Lage zeigen als diejenigen des Kammerkirchkopfes. Ich vermute jetzt, daß die Bildung der Krahverwerfung mit der Heranschiebung des Vorderen Spitzes in Verbindung zu bringen ist und daß die Anpressung in der westlichen Scholle stärker war als in der östlichen. Wahrscheinlich zieht die Krahverwerfung östlich an den Altbichlhütten vorbei etwa zur Spitze des großen Schwemmkegels der Sonnwendlahn, so daß der Burgauer Kopf und die östlich benachbarte Riffkalkmasse noch der Haiderjochscholle angehören würden. Bei der starken Bewaldung des Abhanges unterhalb Altbichl ist es nicht zu verwundern, daß dort die Bruchlinie nicht zu sehen ist, wenn beiderseits derselben Plattenkalk ansteht.

<sup>1)</sup> Der Höhenunterschied zwischen Sonnwendjoch und Haiderjoch erscheint dadurch im Profil noch größer, daß die Profillinie — um möglichst viel zu zeigen — im Altbichtal um 32° geknickt ist (vgl. Swdg. II, Taf. XXIX).

<sup>2)</sup> Ich vermute jetzt, daß auch die fast horizontale Schubfläche, mit der der kleine Felskopf am NNO-Ende des Haiderjochs über die steil aufgerichteten Bänke von Weißem Riffkalk und Rotem Liaskalk geschoben ist (Swdg. I, Taf. II, und Abb. 37), erst durch den Anschub der Karwendelschubmasse hervorgerufen wurde und daher ähnlicher Entstehung ist wie die obere Hochfußmasse. Diese Schubfläche läßt sich auch an der NW-Seite des Haiderjochs ein Stück verfolgen und bewirkt das schräge Abschneiden der Gesteinsbänke des Haiderjochs an der Hornsteinbreccie des Haiderlahner (Swdg. I, Taf. II). Auch in dem Blockdiagramm wurde versucht, die Lage dieser Schubfläche einzuzeichnen.

Wenn man das ursprüngliche Höhenverhältnis zwischen Sonnwendjoch und Haiderjoch wiederherstellt, dann ist — bei der sedimentären Deutung der Hornsteinbreccie — die Leistung der Erosion vor Ablagerung der Breccie ziemlich unbedeutend. Wenn man die geologische Karte betrachtet, so sieht man, daß weitaus in den meisten Fällen die Hornsteinbreccie auf Radiolariengesteinen liegt; nur vereinzelt trifft man Stellen, wo die Breccie direkt von Rotem Liaskalk oder Weißem Riffkalk unterlagert wird. Wenn man die durchschnittliche Mächtigkeit des Roten Liaskalkes mit Wähner auf etwa 6 m schätzt und für die Radiolariengesteine etwa 15 m annimmt, so ergeben sich etwa 25 m tiefe Rinnen für diejenigen Stellen, an denen der Riffkalk frei lag. Denkt man sich in dem nach den ausgezeichneten Aufschlüssen der Nordwand (Swdg. I, Taf. XIV, und Swdg. II, Taf. XXIII) gezeichneten Profil I die Hornsteinbreccie und den Oberjurakalk entfernt, so wird eine Landoberfläche freigelegt, die — als Festland aufgefaßt — in geradezu unwahrscheinlich geringer Weise von der Erosion angegriffen ist. Das Relief dieser Fläche ist fast nur durch die Tektonik geschaffen. Aber auch am Sonnwendjoch braucht nicht sehr viel abgetragen worden zu sein, da — wie das Profil zeigt — nur die äußersten Stirnteile der liegenden Falten entfernt wurden.

Bei der Annahme tektonischer Entstehung der Breccie ist es keine unmögliche Zumutung an die ausschürfende Tätigkeit der darübergeschobenen Oberjurakalkdecke derartige Vertiefungen erzeugt zu haben. Die Anhäufung der Hornsteinbreccie in durch die Tektonik der Serie: Riffkalk, Roter Liaskalk, Radiolariengesteine geschaffenen Hohlräumen kann damit erklärt werden, daß die vordringende Oberjurakalkdecke diese Hohlräume gewissermaßen mit Trümmerwerk ausstopft und sich dadurch eine ebenere Schubbahn schafft. Etwas Ähnliches kommt nach Ampferer auch bei Reliefüberschiebungen vor.<sup>1)</sup>

Ich kann hier natürlich nicht alle Beobachtungen auführen, welche leichter bei der Deutung der Hornsteinbreccie als Dislokationsbreccie erklärt werden können — es ist dies in sehr ausführlicher Weise in Swdg. II, S. 118—151, geschehen. Derjenige Umstand aber, welcher für mich entscheidend war, mich der Wähnerschen Ansicht anzuschließen, war seine Feststellung, daß die Hornsteinbreccie Hangendgesteine eingeschlossen enthält. Es sei hier vor allem auf die großen Schichtpakete verwiesen, welche auf Taf. XI, Abb. b, Taf. XII, Abb. a, und Taf. XXI, Abb. b, in Swdg. II zu sehen sind. Nach Wähner sind aber die Hangendgesteine in der Hornsteinbreccie keine Seltenheit, sondern in den höheren Teilen vorherrschend. Wähner schreibt (Swdg. II, S. 137): „Der höhere Teil der Breccie besteht in der Hauptmasse sicher aus Jurakalk. Stücke aus anderen Schichtengruppen sind sehr selten, wenn sie nicht ganz fehlen.“ Aber auch in den tieferen Teilen der Hornsteinbreccie kommen die Oberjurakalke bereits vor; so gehört z. B. das in der Westwand des Gschollkopfes eingeschlossene, auf Taf. XII, Abb. a, mit J bezeichnete und auf S. 77 beschriebene Schichtpaket einem sehr tiefen Teile der Breccie an.

<sup>1)</sup> O. Ampferer, Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen (1. Fortsetzung). Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 74. Bd. (1924).

Hier gibt es für den, der trotzdem an der sedimentären Entstehung der Hornsteinbreccie festhält, nur eine Erklärungsmöglichkeit. Er muß sagen: Die von Wähner als Oberjurakalke bezeichneten Komponenten der Breccie sind keine Hangendgesteine, sondern sehen diesen nur sehr ähnlich. Auf die Radiolariengesteine wurden zunächst Hornsteinkalke von der Beschaffenheit der Oberjurakalke abgelagert. Diese Kalke wurden in einer Erosionsperiode in den heute noch erhaltenen Teilen des Sonnwendgebirges restlos abgetragen. Dafür wurde der Abtragungsschutt<sup>1)</sup> der anderwärts noch vorhandenen Hornsteinkalke in den Raum des heutigen Sonnwendgebirges transportiert. Bei einer neuerlichen Transgression kam es wieder zur Ablagerung von Hornsteinkalken, die den älteren Hornsteinkalken zum Verwechseln ähnlich sehen.

Gegen diesen Erklärungsversuch sprechen folgende Umstände:

1. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß eine Schichtgruppe restlos abgetragen wird, wobei die Erosion die darunterliegenden Schichten (in unserem Falle Radiolariengesteine) fast ganz verschont. Das ist umso unwahrscheinlicher, wenn — wie in unserem Falle — der Erosion eine Faltung vorausgegangen ist. Mindestens in solchen Winkeln wie westlich der Seekarispitzwand (Swdg. II, Taf. XXIII) hätten ältere Oberjurakalke unter der Hornsteinbreccie unbedingt erhalten bleiben müssen.

2. Es ist unwahrscheinlich, daß sich nach einer Unterbrechung der Meeresbedeckung dieselben Gesteine bilden wie vorher, besonders wo es sich um wahrscheinlich küstenfern abgelagerte Hornsteinkalke handelt.

3. Die Tatsache, daß die Oberjurakalke besonders den oberen Teil der Hornsteinbreccie aufbauen (siehe Swdg. II, S. 145, Z. 3—7).

4. Die an einzelnen Stellen zu beobachtenden seitlichen Übergänge der tiefsten Bänke der Oberjurakalke in aus Bruchstücken derselben Bänke aufgebaute Breccien. Eine der überzeugendsten Stellen ist in Swdg. II auf Taf. XI, Abb. a, abgebildet und auf S. 70 beschrieben.

Aus allen diesen Gründen halte ich es doch für das Wahrscheinlichste, daß die in der Hornsteinbreccie eingeschlossenen Hornsteinkalke wirklich aus dem Hangenden stammen, bzw. daß die obersten Teile der Hornsteinbreccie nichts anderes sind als die tektonisch zertrümmerten untersten Teile der Oberjurakalke.

Zusammenfassend möchte ich feststellen, daß ich alle Einwände, welche Ampferer gegen die tektonische Natur der Hornsteinbreccie anführt, vollständig anerkenne. Insbesondere ist das Aussehen der Breccie zweifellos einem Sediment sehr ähnlich. Jeder, der die Hornsteinbreccie zum erstenmal sieht, bekommt den Eindruck: Das kann nur ein Sediment sein! Das gilt in erster Linie für die konglomeratähnlichen Teile der Hornsteinbreccie,

1) Die Komponenten der Hornsteinbreccie können wegen ihrer eckigen Beschaffenheit keinen weiten Transport mitgemacht haben. Dadurch erledigt sich auch die Möglichkeit, zur Zeit der Ablagerung der in der Breccie eingeschlossenen Hornsteinkalke für das Sonnwendgebirge bereits Festland anzunehmen oder diese Hornsteinkalke für eine mit den Radiolariten gleichalte Fazies zu halten.



z. B. für die „Riesenbreccie“ an der Westseite des Spieljochs<sup>1)</sup>, weniger für die große Schichtpakete einschließende Breccie des Rofan<sup>2)</sup>. Trotzdem möchte ich auch heute noch glauben, daß die Beobachtungen, welche für eine tektonische Entstehung der Hornsteinbreccie sprechen, schwerwiegender sind. Solange es nicht gelungen ist, für das Vorkommen der Oberjurakalke in der Breccie und die anderen in Swdg. II behandelten Erscheinungen im Rahmen der sedimentären Deutung eine befriedigende Erklärung zu geben, möchte ich an der Wähnerschen Deutung festhalten.<sup>3)</sup> Nur die mit den Radiolariengesteinen und den Oberjurakalken in bankweiser Wechsellagerung stehenden feinkörnigen Breccien halte auch ich für ein Sediment.

Die Schichthalsbreccie kann man sich etwa folgendermaßen entstanden denken: Das rote tonige Bindemittel der Breccie scheint eine fossile Terra rossa zu sein. Man kann sich vorstellen, daß die Jurakalke vor der Transgression der Gosau nahe der Oberfläche stark verwittert und mit Roterde bedeckt waren, die auch in die Klüfte der Kalke eingedrungen war. Bei der Überschiebung der Karwendeldecke kam es nicht nur zu einer Überfahung der Gosauschichten durch Wettersteinkalk, sondern auch tiefer gelegene, der Hauptschubfläche parallele Flächen traten in Aktion, wie die Zertrümmerung der Weißen Riffkalke des Haiderjoch-Südhangs und die daselbst auftretenden Harnischflächen zeigen (Swdg. II, S. 88—90, Taf. XIV und XV). Es ist verständlich, daß auch die Auflagerungsfläche der ziemlich festen, kalkreichen Gosauschichten auf den verwitterten und eine Roterdedecke tragenden Kalken einen Schwächehorizont darstellt und daher zu einer Bewegungsfläche umgebildet wurde. Die obersten Teile der schon durch den kretazischen Verwitterungsprozeß zermürbten, rotgeklüfteten Kalke konnten dabei leicht zu einer tektonischen Breccie werden, in welcher die Kalkbrocken in Roterde eingebettet sind.

## Literaturnotiz.

**Dr. R. Ritter v. Srbik.** Geologische Bibliographie der Ostalpen von Graubünden bis Kärnten. II. Band. Verlag von R. Oldenbourg, München-Berlin, 1935. Herausgegeben vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein. Endgültiger Preis (Bd. I und II) 70 RM.

Nun ist dieses große Werk durch die Herausgabe des II. Bandes vollständig geworden, was bei seiner Vielseitigkeit und Wichtigkeit noch besonders betont werden soll. Diese Vollständigkeit soll dem Werke auch weiterhin durch Herausgabe von entsprechenden Nachträgen gesichert bleiben, falls sich die dazu nötigen Mittel gewinnen lassen.

1) Swdg. II, S. 68, 69.

2) Vgl. Swdg. I, Taf. XV, und Swdg. II, Taf. XXI, Abb. b, und Taf. XXII, Abb. a.

3) Auch die Bearbeitung der Korallen der Hornsteinbreccie durch O. Kühn — worüber derzeit eine Arbeit im Druck ist — ergab Anhaltspunkte für eine tektonische Entstehung der Breccie.