

# Das Südosteck der Kammerker-Sonntagshorn- gruppe und die Umgebung der Anderlalm in den Loferer Steinbergen.

Von Wilhelm Vortisch.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

	Seite
I. SO-Eck der Kammerker—Sonntagshorn-Gruppe . . . . .	100
1. Morphologische Übersicht . . . . .	100
2. Beschreibung der Aufschlüsse . . . . .	100
a) Sattel südwestlich Schönbichl . . . . .	100—102
b) Wirmbach . . . . .	102—103
c) Grenzkamm zum Grubhörnl . . . . .	103
d) Profil nordwestlich Grubhörnl . . . . .	103—104
e) Breccienausstrich nördlich P. 5 . . . . .	104—105
f) Südlich P. 5—Touristenweg nach Lofer . . . . .	105—106
g) Bei $\phi$ 1670 . . . . .	106—107
h) Die südliche Wand . . . . .	107—109
i) Urlmoos und nordöstlich davon . . . . .	109—111
j) Die östliche Wand . . . . .	111—112
II. Anderlalm . . . . .	112—118
Zusammenfassung . . . . .	118—120
Schriftenverzeichnis . . . . .	120

Abkürzungen: u = unter, m = mittel, o = ober, diese Silben kombiniert mit rh = Rhät, ls = Lias, dg = Dogger, ma = Malm, ma<sub>1</sub>, ma<sub>2</sub>, ma<sub>3</sub> = petrographische Gliederung des tieferen Malm, P. = Punkt der Kartenskizzen und Bilder, L, R = linke und rechte Talseite im geographischen Sinne.

Meine langjährige Arbeit in der Kammerker-Sonntagshorngruppe hat einen verwickelten Überschiebungsbau der früher für wenig gestört gehaltenen rhätisch-jurassischen Gesteine ergeben. Vgl. VORTISCH 1931, 1934, 1937, 1940. Die Feldbeobachtungen endeten westlich des langen Hochmoores westlich des Schönbichel  $\phi$  1627 (vgl. die nachfolgende morphologische Übersicht). Es lag nun nahe, die rhätisch-jurassischen Gesteine auch weiter in das SE-Eck der Gruppe zu verfolgen, in der Hoffnung, daß dadurch die zeitlichen Beziehungen der erwähnten Überschiebungen zur juvavischen Überschiebung geklärt würden, welche bekanntlich an den Beginn der Überschiebungsvorgänge der östlichen Kalkalpen gestellt werden. Diese Erwartung hat sich erfüllt. Manche Irrtümer HAHNS über dieses Gebiet hat bereits AMPFERER 1927 richtiggestellt. Meine teilweise auch von AMPFERER abweichenden Anschauungen werden im nachfolgenden dargelegt. Wie AMPFERER habe ich meine Beobachtungen auch auf den Sattel des Anderlkopfes  $\phi$  1475, 2 km weiter südlich in den Loferer Steinbergen, ausgedehnt, weil hier ähnliche geologische Verhältnisse herrschen.

## Südosteck der Kammerker-Sonntagshorngruppe

Vgl. Textabb. 1—4, die geologische Karte HAHNS 1910,  
Textabb. AMPFERERS 1927, 8, 9, 11, 12.

### Morphologische Übersicht.

Vom Wirmbach, der tiefen Bresche im Ostrande der K. S. Gr., steigt der Ostrand gegen S kammartig zum Grubhörnl  $\diamond$  1634 empor, senkt sich dann zum Wegübergang gegen Lofer, um von hier nur wenig zum Lachfeldkopf  $\diamond$  1683 anzusteigen. Mit sattelartigen Verbindungsstücken sitzen dem östlichen Steilabfalle des Randes nördlich des Grubhörnl das Gföllhörnl, südlich davon der Lärchkogel an, beide Abtragungsreste der juvavischen Decke. Vom Lachfeldkopf als Eckpfeiler zieht sich der Randwulst gegen WNW zum Urlkopf  $\diamond$  1569, unterbrochen durch die tiefe Kerbe der Urlgasse, welche von  $\diamond$  1467 steil nach S hinabzieht. Von  $\diamond$  1467 gegen NW erstreckt sich fast eben eine Hochwiese, das Urlmoos, links begrenzt durch den Anstieg zum SSW-Kamm, während sich nach rechts (Ost) vor dem Anstieg zum Ostkamm eine unübersichtliche, stark durchfurchte Wald- und Latschenwildnis einschleibt (Abb. 4). In der NW-Verlängerung des Urlmooses versperrt der Schönbichl  $\diamond$  1627 den reichlich 60° betragenden Winkel zwischen den Rändern des Gebietes teilweise. Ein Sattel trennt ihn vom Anstieg zum SSW-Rand. Gegen W folgt wieder eine lange Hochwiese, schließlich versperrt durch waldige Hügel. Die hinter diesen noch weiter westlich anschließende kleinere Hochwiese ist der Ursprung des Mitterfußalbaches.

### Beschreibung der Aufschlüsse.

Am S-Rande der eben erwähnten Quellwiese ist der Überschiebungsbau des Inneren der K. S. Gr. noch einmal schön zu sehen, vgl. VORTISCH 1940, S. 185—187, Abb. 1 und Kartenskizze 8. Die im folgenden angewandte Bezeichnungsweise der Gebirgsstücke und Überschiebungen kann dort nachgelesen werden. Am SE-Eck der Wiese sind zwischen den ma-Plattenkalken 6 und 8 nur spärliche Riffkalkbrocken G 7 übriggeblieben. Nach SE weiterwandernd können wir keine solchen Brocken mehr als Anzeichen von Bewegungsflächen in den Plattenkalken feststellen.

Aber wir dürfen uns dadurch nicht täuschen lassen. Der Fall, daß faziesähnliche und altersnahe Schichten nach Aufhören eines zwischenliegenden Gebirgsstückes zu einer scheinbar einheitlichen Schichtenfolge zusammenschließen, ist im Inneren der K. S. Gr. etwas ganz gewöhnliches. Wir müssen nun andere Merkmale heranziehen, um die Fortsetzung der Bewegungsflächen wenigstens erschließen zu können.

Am Sattel SW des Schönbichl folgt über den obersten roten tonärmeren Kalken (u — höchstens m? ls, G 1), welche normal über dem orh Riffkalk des SSW-Grenzkammes liegen, Schutt dunkler Hornsteine und grauer kieseliger Kalke (ma<sub>3a</sub>, G 6), erst dann die Plattenkalke 8. Der durch die Bezifferung angedeutete Gebirgsbau ist also genügend wahrscheinlich gemacht. Der Bruch, welchen HAHN auf seiner Karte durch den Sattel gehen läßt, ist wohl aus dem Fehlen des Radiolarits erschlossen,

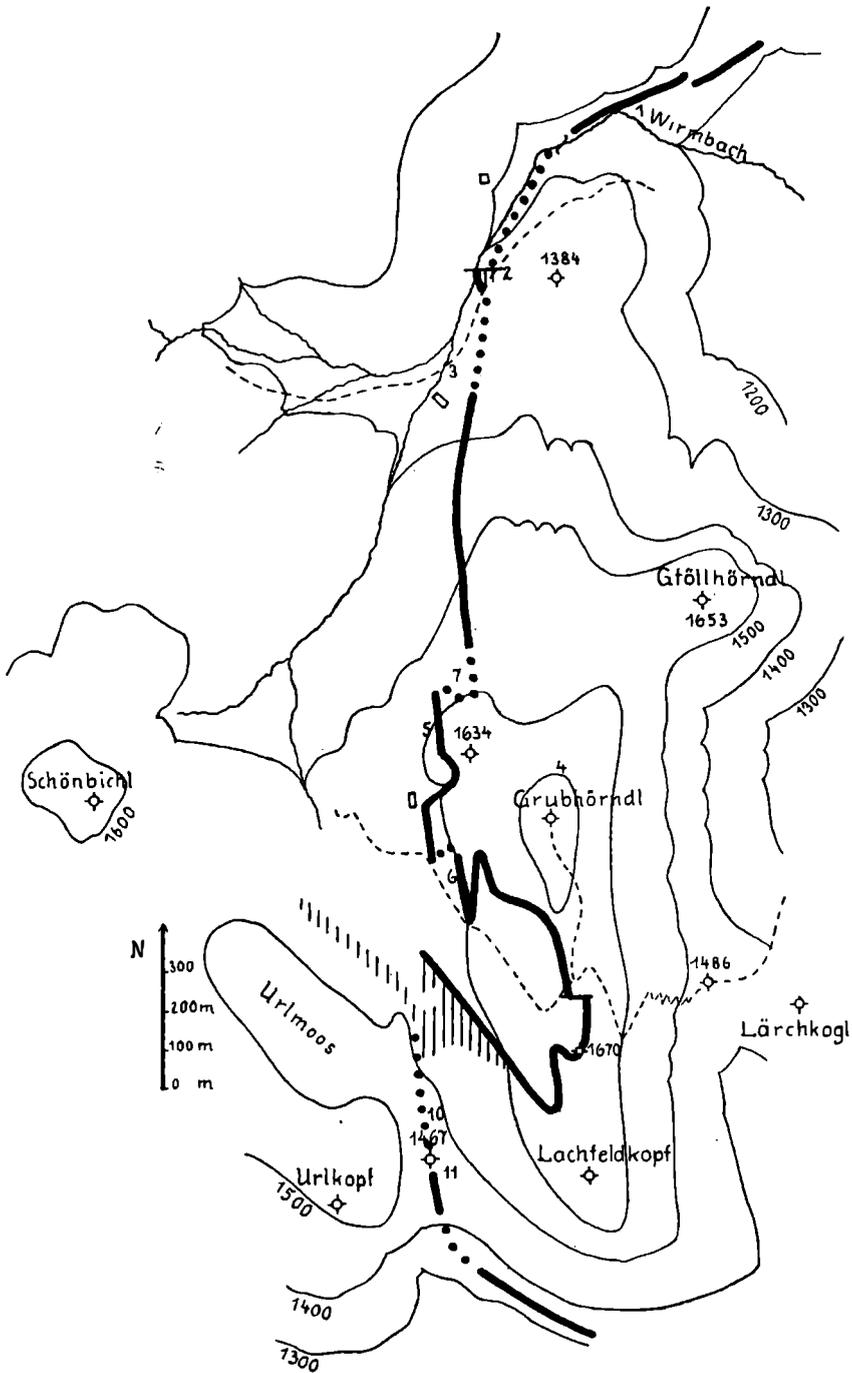


Abb. 1.

Südosteck der Kammerker-Sonntagshorngruppe, Maßstab 1:20.000. Dicke Linie = Ausstrich der Breccie. Wenn sichtbar = voll ausgezogen, wenn erschlossen = Punkte. Den Ausstrich verwendende Brüche (bei P. 2 und N. 1670) = dünnere Linien. Vertikale Schraffen = Stellen oberflächlicher Ausbreitung der Breccie. Der Verlauf des Ausstriches der Breccie bietet das Bild der Fallentektonik eines Schichtgliedes. Über das Gebiet östlich des Urkmooses vgl. Abb. 4.

wie er auch sonst den Erscheinungen des schichtenparallelen Überschiebungsbaues durch häufig recht willkürliche Annahme von Brüchen gerecht zu werden sucht.

Ich schildere nun den östlichen Grenzkamm der K. S. Gr. von N nach S. Im Wirmbach\*) ist unterhalb des Fahrweges zur Loferer Alm in der Fortsetzung des östlichen Grenzüberschiebungsbaues orh Riffkalk, ganz sanft N 35° W fallend, entblößt (P. 1). Darüber bildet am linken Ufer eine tektonische Breccie, vorwiegend aus orh Riffkalk und rotem liassischem Kalk, eine etwa 10 m hohe Stufe. Die Breccie gleicht mit der angewitterten Oberfläche vollkommen der in G 7 verbreiteten des Inneren der K. S. Gr. Als leicht zugängliche Stelle sei etwa das linke Ufer des Unkenbaches am E-Ausgange der Schwarzbergklamm genannt; VORTISCH 1939, S. 5, vgl. auch meine Mitteilung 1937, S. 268 unter 7. Der Stufenabbruch des Breccienaufschlusses zieht dann noch etwa 300 Schritt gegen NE hinab bis zu den beiden nahe beieinander liegenden, tiefen Bacheinrissen, welche von N dem Wirmbach zustreben. Weiter gegen E ist das Gebirge tief hinabgedrückt, das beweisen die am Wege zutage tretenden Neokomsandsteine. HAHN zeichnet hier auf seiner Karte einen Bruch ein. Die Stufenfläche über dem Stufenabbruch ist nur am Rande bewaldet, weiter hangwärts berast. Hier führt der Touristenweg zur Vokenalm hinab. Er entblößt eine Breccie, welche aus der Verarbeitung von Riffkalk mit durch Kieselgehalt ungefähr gleich hartem  $ma_3$ -Plattenkalk entstanden ist. Wir haben also eine riesige Lücke tektonischen Ursprunges vor uns. Die Trümmer beider Gesteine sind manchmal an Sutureflächen verzahnt. Ein ähnliches Gestein kenne ich aus dem Mittleren Fußtal; vgl. 1940, S. 183, allerdings ist hier meist eine Gegenmasse vorhanden, vgl. auch 1937, S. 268, Nr. 8.

AMPFERER 1927 bringt diese Verhältnisse in der linken Flanke des Wirmbachs am linken Ende seiner Abb. 13, S. 219. Trotzdem diese Breccie ganz dieselbe ist wie am Grubhörndl, ist einfach Dachsteinkalk, nicht das von AMPFERER vermutete Gosaukonglomerat eingetragen.

Gehen wir den Touristenweg wieder hinauf, so haben wir bald zur Linken ein Wäldchen auf der Dachfläche der Breccie. Ein paar Schritte weiter sehen wir rechts einen zusammenhängenden, wenngleich stark zertrümmerten Liasbelag (roter Kalk) des Riffkalkes. Kleine Aufschlüsse der Breccie an der L Flanke des Wirmbachs sieht man bis zur Brücke, welche auf den neuen Weg zur Loferer Alm hinaufführt.

Gehen wir weiter bachaufwärts, so erscheinen nach einer schuttbedingten Unterbrechung im Bachbett mäßig NW-fallende  $ma_3$ -Plattenkalkte. Das Streichen ist die Bachrichtung. Schließlich gelangt man an eine Stufe, welche durch einen W-E-Bruch bedingt ist. Im S-Flügel des Bruches ist wenig brecciöser Riffkalk und auflagernder Plattenkalk herausgehoben, der Bach bildet einen kleinen Einriß im Riffkalk. An der Auflagerungsfläche sind beide Gesteine zu einer Breccie verarbeitet. Sie besteht bald aus ungefähr gleichfesten Brocken kieseligen Plattenkalkes und Riffkalkes, bald aus Riffkalk mit einer Gegenmasse weicherer tonigen Plattenkalkes. Diese Ausbildung sieht man etwas weiter hinter der Stufe R, 0,5 m mächtig. Vgl. 1940, S. 187, Ende. Der brecciöse Riffkalk steigt am R Bachufer zum Wege empor, wo er wieder schön aufgeschlossen ist, P. 2. Seine Mächtigkeit beträgt hier ungefähr 4 m, es läßt sich darin

\*) Abb. 2, Prof. 1.

Korallenkalk mit roter Becherfüllung nachweisen. Das Hangende bildet rötlichgrauer, vermutlich liassischer Krinoidenkalk.

Den Grenzkamm bis zum Grubhörnl ersteigt man am besten auf einem Steiglein, welches von der Verzweigungsstelle der Gräben (P. 3) bei den östlichsten Almhütten der Loferer Alm (an der Stelle ist jetzt ein kleiner Badeteich für die Gäste des neuen Unterkunftshauses eingerichtet!) gegen E und S herum hinaufführt. Man sieht zunächst nur unter mäßigem Winkel (gemessen 25°) NW-fallende Bänke von Dachsteinkalk, weiter südlich auch feinschichtige Zwischenlagen dolomitischen Kalkes und kreidige Verwitterungsrinden auf mächtigen Bänken (schwach dolomitisch). Wandert man auf dem Kamm weiter gegen S, so sieht man, daß etwa 200 Schritte nördlich des Grubhörnlgipfels (P. 4) wieder die tektonische Breccie einsetzt und sich mit geringer Unterbrechung bis über den Gipfel nach S fortsetzt. Zuletzt besteht sie allerdings nur aus tektonisch zerdrücktem Riffkalk. Diese Partien sind als die tiefsten zu werten. Es ist aber nicht so leicht, den Zusammenhang zu erkennen. Es fehlt an genaueren stratigraphischen Orientierungsmitteln. Schichtung ist kaum zu erkennen, außerdem ist mit verwerfenden Blattverschiebungen zu rechnen.

Geht man vom Grubhörnlgipfel gegen die Hochwiese auf ziemlich guten Steigen in etwa N 27° W-Richtung, so bleibt man fast immer in diesen tieferen Teilen der Breccie. Es dürfte sich um eine sanft sattelförmige Verbiegung von SSE zu NW-Fallen handeln. Der Wiesenrand wird von den vertikal stehenden Bänken des nachfolgenden Profiles (P. 5) gebildet. Die Umbiegung von flacherem zu steilerem Westfallen muß eine ziemlich unvermittelte sein, ist aber in dem brecciösen Gestein nicht verfolgbar. Folgendes Profil ist entsprechend seiner Anordnung von unten nach oben in der Natur von W nach E zu beobachten.

ma <sub>3</sub>	Bänke bläulichgrauen dichten Plattenkalkes schauen hie und da aus dem Wiesenboden.	
<hr/>		
Bewegungsfläche		
ls	Einige nach oben immer dicker (bis 0,4 m) werdende Bänke von gelblichgrauem dichtem Plattenkalk	1,2 m
u-mls	Hellgraues Bänkchen mit rötlichen Flecken Blaß—graurötlicher, dünnbankiger (bis 0,1 m) Knollenkalk mit scherbenartigen hellgrauen und gelblichgrünen Flecken und einzelnen Krinoidengliedern, welche wie dunkle Punkte ausschauen	0,08 m 1,0 m
orh	Schichtenparallel texturierte Breccie von verschiedenen Varietäten des Riffkalkes, Bankfetzen des oben folgenden grauroten Kalkes und gelblichem, rauh brechendem Kalk	4,5 m
	Massige Breccie verschiedener Varietäten des Riffkalkes, in horizontaler Richtung mindestens	10,0 m

Der Wert dieses Profils wird durch den Mangel an Versteinerungen beeinträchtigt. Die Farbe der grauroten Bänke (1,0 m) schließt sich in lückenlosem Übergang an die sicher malmischen bläulichgrauen Plattenkalke an. Andererseits sind die grauroten Bänke von sicher liassischen Kalken (vgl. unter anderem unten: Krinoidenkalk bei der Almhütte) kaum zu unterscheiden. Eine Umfärbung in Grau aus Rot ist im Lias NE des NW-Endes des Urlmooses zu beobachten. Nur die gelblichgrauen Plattenkalke sind in ihrer stratigraphischen Stellung zweifelhaft. An manchen Stellen des unten beschriebenen Gebietes scheint es, als wenn sie eher ein tonärmerer hellerer Teil der  $ma_3$ -Plattenkalke wären, welcher, weil fester, die schichtenparallele Bewegung auf längere Strecken führte, vgl. 1937, S. 265, oben — Gleitschiene. Dann würde die eingetragene Bewegungsfläche eine untergeordnete sein und die Hauptbewegungsfläche unter den gelblichgrauen Plattenkalken liegen.

Vergleichen wir obiges Profil mit vollständigen Juraprofilen, wie sie meine Arbeit 1940 besonders im Oberen Unkenbach, Wielandgraben und Rudersbach reichlich darbietet, so ergibt sich an der Bewegungsfläche der Ausfall einer Gesteinsmächtigkeit von mindestens 40 m, da nach den im Inneren der K. S. Gr. gemachten Erfahrungen vom ols aufwärts keinesfalls mit einem Fazieswechsel gerechnet werden kann.

Die Bewegung gehört zu den annähernd schichtenparallelen Überschiebungen des Inneren der K. S. Gr. Es handelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach um die aus dem Inneren gegen SE immer tiefer herabschneidende Bewegungsfläche VII, welche alle anderen abschneidet oder in sich vereinigt, vgl. 1937, S. 273, rechtes Ende der Abb. 2. Auch die Zertrümmerung des Riffkalk-Lias zu einer tektonischen Breccie ist ganz analog der schon bekannten in der K. S. Gr. und muß daher notwendig mit diesen Bewegungen in Zusammenhang gebracht werden. Das derartig umgestaltete Gebirge verhält sich gegenüber der Faltung, welche wir im Vorhergehenden und Nachfolgenden kennenlernen, wie ein ungestörtes Gebirge. So ergibt sich, daß diese Faltung und damit der Einschub der juvavischen Decken, welcher sie wahrscheinlich hervorgerufen hat und bisher als der älteste kalkalpine Überschiebungsvorgang galt, jünger ist als die schichtenparallelen Überschiebungen. Wir kommen zu demselben Schluß, welcher schon aus rein mechanischen Gründen notwendig wurde (VORTISCH 1931, S. 95) — die Vorgänge stehen am Beginn der kalkalpinen Orogenese und sind vorgosauisch.

Überblicken wir die Trias-Jura-Grenze nach der Eintragung in Abb. 1 von P. 5 nach N und S. Auf der Karte HAHNS ist das „bunte Rhät“, als solches ist die Breccie nämlich hier aufgefaßt, überall von Brüchen begrenzt. Besonders die öfters zu beobachtende Verschiebung der Grenze in W—E-Richtung wird Brüchen zugeschrieben. Dem ist nicht beizupflichten. Es handelt sich vielmehr um einen unregelmäßigen Grenzverlauf, welcher durch heftige Faltung der Folge Riffkalk-Breccie-Plattenkalk hervorgerufen ist. Trotzdem ist die Anschauung HAHNS in tektonischer Hinsicht noch immer richtiger als die AMPFERERS, denn sie betrachtet wenigstens die Breccie als Teil der Schichtenfolge, während AMPFERER sie über das Ganze darüberklebt.

Verfolgen wir nun die Grenze von P. 5 nach N zurück. Die fast vertikal stehenden rötlich- und gelblichgrauen Kalke sind zunächst am

Wiesenrand noch wiederholt zu sehen. Dann ist die Grenze bei P. 7 nach E versetzt. Über das Ende der Hochwiese hinaus und auf dem waldigen Steilhang bildet die äußerste Grenze des Aufschlusses immer die Breccie, nur ganz unten, gegenüber den Almhütten südlich P. 3, wird die brecciöse Beschaffenheit des Riffkalkes undeutlicher. Gleichzeitig hat sich der Fallwinkel allmählich verringert. Weiter ist die Grenze nicht mehr ausnehmbar, denn auf dem flachen Geländeabschnitt südwestlich  $\phi$  1384 ist alles von Riffkalkblöcken überrollt. Von P. 5 bis hierher fallen in der Breccie Bruchstücke roten raubbrechenden Kalkes auf. Etwas derartiges habe ich unzertrümmert an der Trias-Lias-Grenze nie gesehen, es widerlegt aber natürlich keineswegs die tektonische Entstehung der Breccie. U. d. M. erweist sich der rauhe Bruch als die Folge des Feinbaues dieses Gesteines. Es besteht aus feinen Kalkbröckchen, welche durch Suturn getrennt sind. Durch tektonische Zertrümmerung können sie nicht entstanden sein, weil größere, aber sehr dünne Echinodermenelemente gänzlich unverletzt darinnen liegen. Wegen des rauhen Bruches kann das Gestein leicht für Dolomit gehalten werden. Die HCl-Reaktion gibt dafür keinen Anhaltspunkt, man erkennt aber im Schliff hie und da Rekristallisationsrhomboëdchen, welche vielleicht den Beginn einer leichten Dolomitierung andeuten. Es kann sich wohl nur um ein Gestein der Rhät-Lias-Grenze handeln. Unzertrümmert ist es mir jedoch, wie schon bemerkt, nirgends bekannt.

Von Wichtigkeit ist die Unterbrechung des Grenzverlaufes bei P. 7. Hier schauen aus dem Rasen steilstehende, gekrümmte, teilweise zerwalzte Züge von Riffkalk, Breccie und grauem Plattenkalk. Man befindet sich in dem Gesteinsknauel eines Muldenkernes, welcher sich nach S heraushebt und östlich P. 5 nur die erwähnte Abflachung des Gesteinsfallens zurückläßt.

Vom Profil am Wiesenrande nach S bis zum Touristenweg sind fast saigere graue Plattenkalke des Malm öfters zu sehen. Im übrigen besteht die Randpartie gegen die Wiese aus Breccie, nur die vorspringende Partie südöstlich der Almhütte bildet flachliegender Lias, welcher aber gegen den Wiesenrand wieder steil hinabtaucht. Es sind rote—rötlichgraue, ziemlich tonarme Krinoidenkalke, zum Teil ist auch noch etwas toniger roter Knollenkalk erhalten. Es kommt hier zu auffallenden Durchdringungen der Bestandteile der Breccie. Im roten Kalk liegen eckige Brocken von grauem Riffkalk aus dem Liegenden und von gelblichgrauem Plattenkalk aus dem Hangenden des roten Kalkes. Es kommen auch eckige Brocken des roten liassischen Kalkes im grauen Malmkalk vor. Besonders auffallend werden diese Mischungen dort, wo Einschluß und Gegenmasse durch einheitliche Karrenfurchen modelliert wurden. Die ganze vorspringende Partie ist so zu erklären, daß eine Mulde der Plattenkalke, welche nördlich und südlich davon tiefer liegt, darüber in die Luft gehoben ist, Abb. 2, Profil 2.

Die Felswand am SW-Hange des Grubhörnl's tritt dann dicht an den Touristenweg gegen Lofer heran, südlich P. 6. Sie besteht hier aus einer Breccie riesiger Brocken verschiedener Farbschattierungen des Riffkalkes (weiß, hellgrau, rötlichgrau, bläulichgrau, alles raubbrechend!). Darauf folgt auch weiter ein Profil, ähnlich dem obigen. Etwas weiter nordwestlich von der Felswand nimmt der graue Plattenkalk allmählich flachere Lagerung an und ist am Wege gut aufgeschlossen. Der nach S ausspitzende Vorsprung der Brecciengrenze ist gemäß dem sonstigen Faltenbau durch

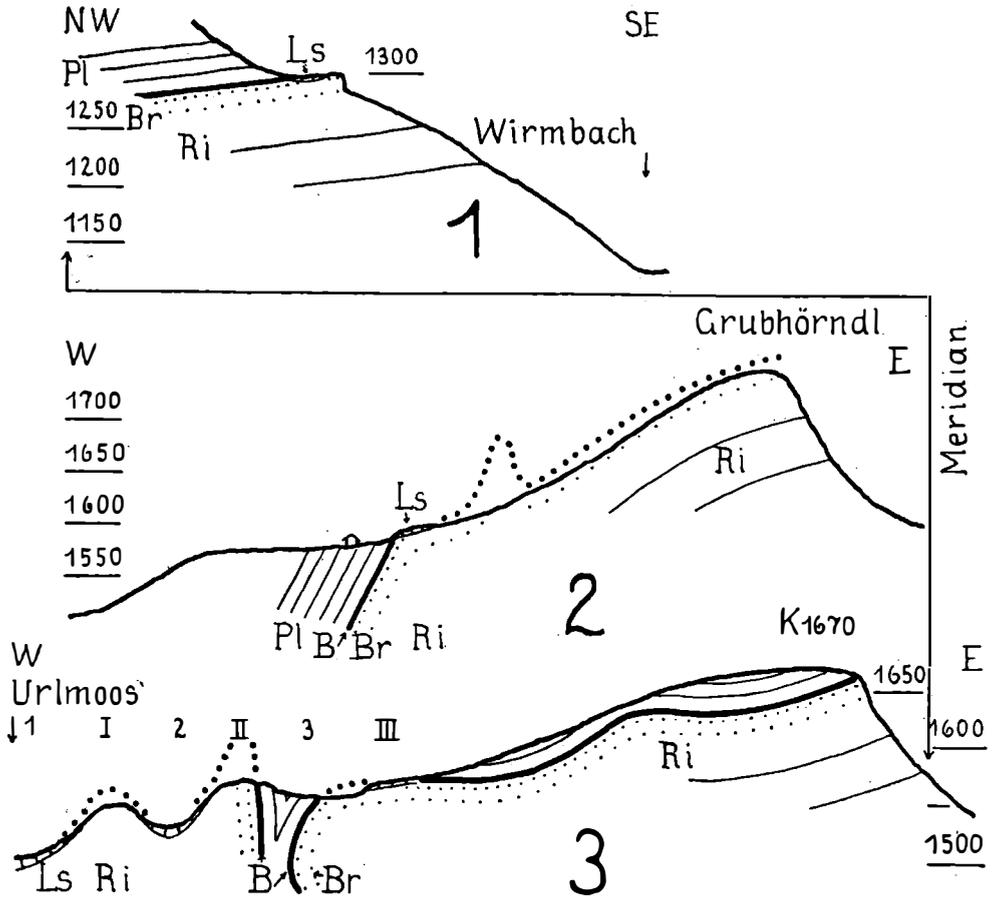


Abb. 2.

Profile durch den O-Rand der K.S.Gr. 1: Linker Hang des Wirmbachs bei P. 1, Abb. 1. 2: Vom Grubhörngipfel,  $\phi$  1750, gegen W. 3: Nördlich an  $\phi$  1670 vorbei gegen W zum Urlmoos. Die Meridianlinie gibt an, um wieviel das oberste Profil gegen die beiden anderen nach W versetzt ist. Maßstab 1: 6666, nicht überhöht.

Der Höhenmaßstab gilt also auch für Längen.

Schichtenfolge und Signaturen: Oberrhätischer Riffkalk (Ri = weite einfache Linien) geht nach oben in tektonische Riffkalk-Lias-Breccie (Br = nach oben dichter werdende Punkte) über. Unzertrümmerter Lias (Ls = Quadersignatur) kann auch auf der Breccie liegen. Über der Bewegungsfläche (B = dicke Linie) folgt mit beträchtlicher Lücke malmischer Plattenkalk (Pl = enge einfache Linien).

Die Profile zeigen die Verfallung obiger Schichtenfolge. Gegen das Urlmoos hört die Zertrümmerung an der Riffkalk-Lias-Grenze auf.

eine steile Aufsattelung der Breccie hervorgerufen. Gegen E schließt sich eine hoch gegen den Grubhörngipfel emporsteigende, grasbewachsene Mulde von Plattenkalk an.

Beim Gatterl nördlich  $\phi$  1670 des Touristenweges liegt die Formationsgrenze nur wenige Meter westlich des Steilabsturzes, so daß sie von der

rückschreitenden Abtragung bald erreicht werden wird. Die Plattenkalke fallen hier etwa unter 70°. Hier und ein Stückchen den Touristenweg hinab gegen E hat man wieder Gelegenheit, die Breccie zu studieren: Mörteltextur, eckige Bankfetzen von rotem liassischem Kalk und dünnem gelblichem und grauem, kirschrot geflecktem rauhbrechendem Kalk bestätigen die tektonische Entstehung, vgl. VORTISCH 1937, S. 267 und 268, bes. Nr. 7.

Gehen wir vom Gatterl auf dem Kamm nach S, so bleiben wir ungefähr hundert Schritte in der Breccie. Dann ist sie an einem E—W-Bruch um wenige Meter gesenkt und die grasbewachsenen Plattenkalke bilden nun auch den Kamm. Auf dem E-Absturz kann man sich leicht überzeugen, daß sie, ein paar Meter mächtig und flach W-fallend, auf der Breccie liegen. Es ist schwer verständlich, daß AMPFERER, der nach seiner Schilderung hier vorbeigegangen ist, trotzdem gosauisches Alter der Breccie für möglich hält. Weiter nach S hebt sich die Breccie allmählich wieder heraus. Der weitere Verlauf ist durch Schutt und Aufschlüsse leicht zu verfolgen. Sie umgrenzt zwei sich nach SE heraushebende Spezialmulden von Plattenkalk. Der ganz flach ausstreichende SW-Flügel bedingt eine schiefe den Hang nach NW hinablaufende Stufe, welche zunächst über Riffkalk abbricht, deren Fläche sich aber dann weiter nordwestlich bis gegen das Urlmoos zu ausdehnt. Hier am NW-Ende wird die brecciöse Beschaffenheit des Riffkalkes manchmal etwas undeutlich. An den Karrenflächen sind auch über der Breccie folgende graue—rötlichgraue Kalke, letztere mit Ammoniten, beteiligt. Abb. 2, Profil 3.

Der Wandabsturz gegen S ist übersichtlich von den gegenüberliegenden Loferer Steinbergen (Anderlalm) erfaßbar (Abb. 3). Leicht begehbar ist nur der Waldstreifen, der die sanftere Böschung der Riffkalk-Lias-Breccie auf der herabgepreßten Fortsetzung des orh Riffkalkes bedeckt. Auf dieser Stufe setzt sich unser Steig aus der Urlmooscharte fort, oberhalb des Zaunes nach E umbiegend (Abb. 3, gebogener Pfeil). Querende Blattverschiebungen heben die Breccie öfters heraus und machen sie dadurch in ihrer ganzen Mächtigkeit besser aus der Nähe sichtbar, so bei P. a. Die Breccie ist hier mindestens 10 m mächtig, dann biegt sie sich mit dem liegenden Riffkalk nach rechts (östlich) immer mehr hinab und verschwindet schließlich unter der Waldbedeckung zwischen P. b, c und d. Auf dem ganzen Breccienstreifen steht ein vertikaler Schichtstoß von Dachsteinkalk, als Teil eines mit flacher Bewegungsbahn daraufgeschobenen Sattels. Der Schichtstoß beginnt links (westlich) mit dem saigeren oder etwas überkippten Lias, welcher aus der Urtscharte herstreicht (Textabb. 1, P. 10, 11). Lediglich an der mächtigen überkippten Riffkalkbank P. e sind vielleicht links, wo der Buchstabe steht, Spuren eines ausgewalzten Liasbandes kenntlich. Die darüber stehende Gesteinspartie P. f, g, welche auch den Lachfeldgipfel aufbaut, bekundet sich durch ihre massive Beschaffenheit als Äquivalent des orh Riffkalkes. Weiter östlich sind in der Furche P. h graue, dichte, etwas tonige, hand- bis fußdick gebankte Kalke, eine etwa 3 m mächtige Lage bildend, zwischen mächtigeren Kalkbänken zu sehen. Man hat hier wohl ein Äquivalent des tieferen tonreichen Rhät in fortgeschrittenem Faziesübergang zu Dachsteinkalk vor sich. Noch weiter rechts (östlich) folgende Bänke müssen teilweise schon in die norische Stufe gehören. Gegen das E-Ende des S-Hanges sind die Dachsteinkalkbänke ziemlich stark überkippt. Der orh Riffkalk des flach liegenden nor-

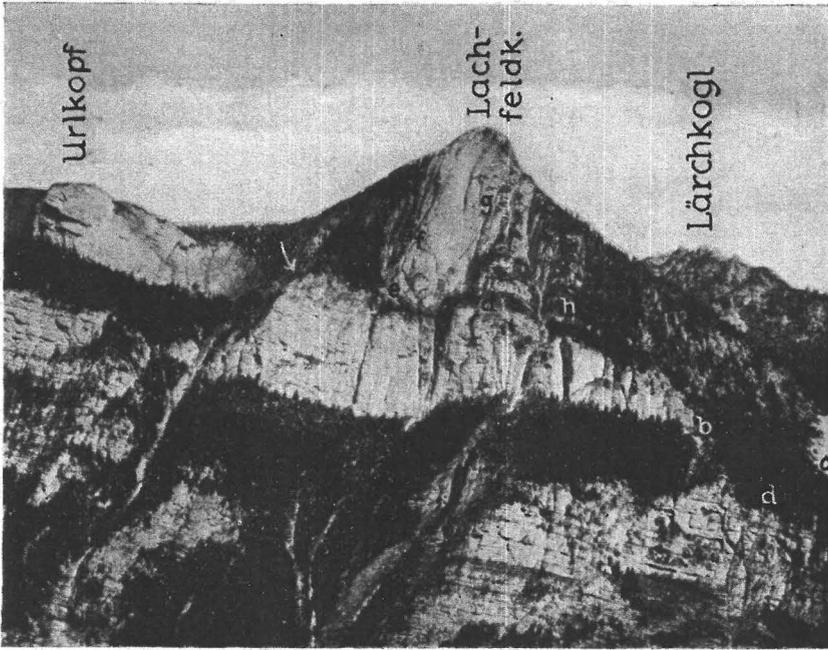


Abb. 3.

Das Gebiet Urlkopf—Lachfeldkopf—Lärchkogel, von den Loferer Steinbergen aus aufgenommen. Der Lärchkogel (Dachsteinkalk) als letzter Ausläufer der juvavischen Decken ist auf die tirolischen Gesteine der K. S. Gr. aufgeschoben. Vielleicht infolge des Vorschubes dieser Decken ist der orh Riffkalk des Lachfeldkopfes und rechts folgender Dachsteinkalk auf die flachliegende Fortsetzung dieser Gesteine nach W geschoben. An der Überschiebungsfläche e, a, h, b (schmales Waldband, in Wirklichkeit aber bequem gangbar) ist die durch frühere schichtenparallele Bewegung entstandene Breccie aus rhätisch-liassischen Brocken erhalten. Das tiefere breite Waldband wird durch tonreiches Unterrhät hervorgerufen. Nach links liegt unterrhätisches Waldband und oberrhätische Riffkalkwand plötzlich beträchtlich höher. Mit diesen Brüchen verschwimmt ein steilstehender Abschnitt der an der Überschiebung eingeklemmten Gesteine (Riffkalk, Lias und Breccie).

malen Schenkels verschwindet im Waldgebiet zwischen P. b, c, d. Vielleicht ist er durch das Tiefschneiden der Überschiebung hier gar nicht mehr vorhanden. Um die Trasse der Überschiebungsfläche auf der Bildfläche zu erhalten, muß das untere Ende des orh Riffkalkes des Lachfeldkopfes bei P. e mindestens nach P. b zurückversetzt werden. Die Überschiebungsfläche muß sich also noch ein gutes Stück nach E hinab verlängern. In dieser Richtung ist nichts festgestellt, vielleicht auch nichts feststellbar.

Diese tektonischen Verhältnisse der S-Wand sind HAHN, wohl aus Mangel an Zeit, merkwürdigerweise nicht aufgefallen. Erst AMPFERER 1927, vgl. Abb. 9, S. 214, hat sie im großen und ganzen richtig erkannt. Ich habe die Darstellung kurz wiederholt um meiner abweichenden Auffassung der Breccie willen. Es ist natürlich nicht anzunehmen, daß die Entstehung der unter der Überschiebung liegenden Breccie eine andere ist, als die der

Breccie weiter nördlich, etwa eine Folge des lokalen Überschiebungsvorganges. Dieser fand vielmehr die durch die schichtenparallelen Bewegungen entstandene Breccie schon vor. Nicht gut geklärt ist der Zusammenhang des Wandprofils mit den einfacheren Sattelumbiegungen weiter nördlich. Reicht eine beträchtliche Überschiebung weit nach N oder entwickelt sie sich erst nahe der S-Wand? Ich möchte fast das letztere vermuten, denn, wie wir weiter unten sehen werden, erfolgt auf dem Grenzkamm die Umschwenkung der Dachsteinkalkbänke zu saigerer Stellung erst nahe der S-Wand. Auch die unten folgenden Beobachtungen sprechen dafür.

Die oberen 30 m der Urlgasse unter dem Almzaun sind steil und schwer gangbar. Sie bieten ein Profil durch den gepreßten, liaserfüllten, saigeren Muldenkern, welcher sich gegen W an den schon öfters erwähnten Sattel anschließt. Von W, vom Urlkopfgang herab, fallen mit mäßiger Neigung Bänke von orh Riffkalk, begrenzt von steilen, N—S-streichenden Klüften. Gegen E schließt sich dann steilstehender, stark zerwalzter, roter liassischer Kalk an, in welchem steilstehende abgepreßte Lamellen des Riffkalkes schwimmen. Weiter östlich schauen noch Partien der Breccie aus dem Rasen. Gegen unten wird der Streifen in seiner ganzen Breite durch eine Riffkalkwand abgeschlossen, welche von dem Riffkalk des Urlkopfes nur durch die Fortsetzung der oben erwähnten N—S-Klüfte getrennt ist.

Um die geologischen Verhältnisse in der Nähe des Urlmooses näher schildern zu können, müssen zuerst die Terrainverhältnisse kurz besprochen werden (Textabb. 4). Die Urlgasse wird durch eine stark verrollte schmale Kerbe, deren Boden etwas höher liegt als das Urlmoos, mit diesem verbunden. Vom Urlmoos als der ersten Furche, welche wir mit 1 bezeichnen, folgen nach NE noch weitere parallele Rücken und Furchen, welche wir mit 2, 3 (Furchen) und I, II, III (Rücken) benennen. Die Furche 3 ist durch ein Verbindungsstück zwischen Rücken II und III unterbrochen. Ihr N-Teil mündet in ein kesselförmiges Moos, auf welches nach einer schmalen Rippe noch ein weiteres größeres gegen N folgt. Der S-Teil verfließt mit einigen unregelmäßigen Furchen ohne Ausgang (Karsterscheinung). Der Rücken III ist durch diese Furchen in einen hohen nördlichen und niedrigen südlichen Teil zertrennt. Der letztere ist eigentlich mehr eine flache Stufenfläche von Breccie und auflagernden Gesteinen, welche oben, S. 107, schon geschildert wurden. Auf dem nördlichen Teil bauen sich die flachlagernden  $ma_3$ -Plattenkalke empor.

In der oben erwähnten Kerbe zwischen Urlgasse und Urlmoos haben wir rechts noch Partien von steilstehendem rotem Lias auf dem W-Schenkel des Sattels des Lachfeldkopfes, P. 10, 11 (Abb. 1). Von P. 11 gegen W erkennt man noch eine Lamelle von Riffkalk wie in der Urlgasse. NE-fallender Lias-Riffkalk säumt die SW-Flanke der Kerbe und des ganzen anschließenden Urlmooses bis zu dem S. 100 geschilderten Terrainsattel südlich des Schönbichl als SW-Flügel der die Terrainmulde bedingenden tektonischen Mulde. Wandern wir nun gegen das Urlmoos (Furche 1) hinaus, so lassen sich aus dem Rasen schauende kleine Aufschlüsse von steilstehendem gepreßtem Lias, manchmal auch Riffkalk, in WNW-Richtung und dann die Längsachse des Mooses entlang verfolgen. Schließlich verrät Schutt der braunen und grauen  $ma_3$ -Plattenkalke am Wege nahe der NE-Flanke Abtragungsreste dieser Gesteine, welche sicher den hintersten sumpfigen Teil der Terrainmulde verursachen. Rücken I ist weiter nichts als ein

Riffkalk-Lias-Sattel. Der unter mehr oder weniger steilem Winkel einfallende Lias begleitet die ganze NE-Flanke und umläuft das NW- und SE-Ende. Der steilstehende Riffkalk im mittleren Teil der SW-Flanke bedeutet einen streckenweise vertikalen oder überkippten Mittelschenkel. Am NW-Ende verschwindet der Riffkalk-Lias-Sattel, an einem ENE-Bruch etwas in dieser Richtung verschoben, unter ebenfalls sattelförmig gelagertem grauem Plattenkalk des gegen den Schönbichl ziehenden Rückens. Die Quetschzone aus der Kerbe gegen die Urlgasse gabelt sich, säumt die nach N gegen einen Verbindungssattel zu Furche 2 ziehende Furche auf



Abb. 4.

Gebiet zwischen Ullmoos und Grubhörnlhang, Maßstab 1:7692. Oberflächen-gestaltung durch Schraffen, etwas schematisiert, fein. Geologische Eintragungen: Vertikale Dreieckreihen = Breccie; dünne, doppelte und mehrfache Linien = Quetsch-zonen. Diese scheinen sich gegen S zu scharen.

der E-Seite und geht dann den Rücken II besonders auf seiner NE-Seite entlang, ferner auch noch in die nördlich gerichtete Abzweigung der Mulde Furche 3, S-Teil, hinein. In der Furche von der Urlgasse nach N, ferner auf Rücken II ist die Breccie von der Pressung erfaßt, im S-Teil der Furche 3 aber graue Plattenkalke. Alle diese Gesteine scheinen vertikal zu stehen. Auf dem Breccienrücken II folgt schon auf der NE-Seite des NW-Endes flachliegender, schwach NW-fallender Plattenkalk, der auch von der Rippe zwischen den beiden Kesselmooren gegen den Verbindungsrücken

zum Schönbichl zieht, so daß die beiden Moore ebenfalls von diesen Kalken gebildet werden.

Überblickt man die geschilderten Verhältnisse auf Abb. 4, so erhält man den Eindruck einer sich gegen SE vollziehenden Faltenscharung, in der Richtung auf den gegen die Kerbe vordringenden, überschobenen Sattel. Der Vorschub des Sattels ist die Ursache der Scharung. Ihr Gegenstück ist über die Wand hinaus gegen S in der Luft gelegen. Auch diese Beobachtung spricht dafür, daß die Überschiebung gegen N bald aufhört. Dagegen tauchen steilstehende gepreßte Muldenzonen gegen NW unter die Plattenkalke. Eine solche Mulde ist ja auch, wie wir unten sehen werden, noch kilometerweit im S am Anderlkopf vorhanden. Wir haben einen Gebiets- teil geschildert, wo der Faltenbau der Rhät-Lias-Grenze über das Verbreitungsgebiet der Breccie hinausreicht. Die Plattenkalke sind vielleicht nur lokal von der Pressung mit erwischt, sonst sind sie durch Abscherung gegen das Liegende in eigene Falten gelegt, welche sich aber auch zur Pressung steigern können. Solche Pressungszonen in den Plattenkalken trifft man westlich der geschilderten Erstreckung der Brecciengrenze mehrfach. Zur Klarstellung des Faltenbaues dieser Kalke sind aber die Aufschlüsse nicht mehr genug zusammenhängend.

HAHN 1910 (S. 647—650 u. geol. Karte) sucht allen diesen Verhältnissen durch eine Bruchtektonik gerecht zu werden. Diese Auffassung ist vollständig verfehlt. Dagegen könnte AMPFERER 1927, S. 213—216, recht haben, welcher die Überschiebung des Lachfeldkopfes mit dem Einschub der juvavischen Deckschollen in Zusammenhang bringt. Dieser frühen Zeit müßte dann auch die eben beschriebene Faltung angehören. Die schichtenparallele Bewegung und tektonische Breccienbildung wäre aber auch dieser noch vorangegangen, wie oben schon dargelegt.

Es bleibt noch die Schilderung der östlichen Wände des Grenz- kammes. Gehen wir auf dem erwähnten Jagdsteig, welcher zuletzt in den steilstehenden norischen Dachsteinkalkbänken verläuft, gegen N herum gegen den Verbindungssattel  $\diamond$  1486 des Lärchkogels mit dem Grenz- kamm (der Steig mündet etwas unterhalb des Sattels bei der kleinen Jagdhütte), so sehen wir bald, nachdem wir gegen N umgebogen sind, daß der Fallwinkel der Dachsteinkalkbänke zu geringen Beträgen abnimmt. Fallrichtung bald mehr nördlich, bald mehr westlich. In der Höhe des Steiges liegen zwischen den Kalkbänken auch Bänderdolomite. Vom gegenüberliegenden Lärchkogel gegen W blickend, erkennt man das ziemlich unvermittelte Umbiegen der Bänke von geringem Fallen im nördlichen Teil des Aufschlusses zu steiler Aufrichtung weiter südlich als Sattelfirst, welcher am Hange von links unten nach rechts oben zum Kamme rechts des Lachfeldkopfgipfels hinaufzieht. Die deutliche N-Komponente des Fallens an der E-Wand bewirkt, daß sich wenig nördlich des Lachfeldkopfgipfels die nunmehr flachliegende ungeschichtete Masse des orh Riffkalkes und bald darüber die Breccie als Bestandteil der E-Wände einstellen. Wir haben die Breccie oben am Kamme schon verfolgt. Die regelmäßige Bankfolge unter der Breccie hört gegen N an einer steil den Hang hinabziehenden Wand auf. Auf dem Touristenweg geht man ganz unten auf grauem, rauhbrechendem Dachsteinkalk des Lärchkogeltypus, weiter oben fast bis zur Breccie in weißem klüftigem (Ramsau-) Dolomit. Auch weiter nördlich liegt über dem Dolomit nochmals eine solche Kalkmasse des Lärchkogeltypus.

Ihre Umgrenzung gegen N konnte ich bisher nicht feststellen. Es handelt sich um den Wänden anklebende Reste der juvavischen Decke. AMPFERER 1927 zeichnet bereits etwas Dolomit am Fuße der Wand in den Abb. 8, S. 213, und 11, S. 216. Der Sattel zum Lärchkogel wird von Neokom gebildet. Östlich des Sattels durchsetzen den Dachsteinkalk steil N—S-streichende Blattverschiebungen, zwischen welche eine mehrere Meter breite, vertikale Zone schichtungsartig zerwalzten Kalkes geklemmt ist. Noch auffallendere Blattverschiebungen begrenzen den ebenfalls aus Neokom gebildeten Gföllhörnsattel gegen W. Ich maß an der Dachsteinkalkwand N 25° E-Streichen. Am Fuße der Wand sieht man eine meterdicke, steilstehende Lage schichtungsartig laminierten Kalkes. Der Bruch setzt gegen S in die Wand und bringt im E-Flügel sogar die Riffkalk-Lias-Breccie in erreichbare Höhe. Auch weiter südlich scheint sie, so verworfen, an den Wänden zu kleben. Dadurch erklären sich Bilder, wie sie AMPFERER 1927 auf Abb. 11, S. 216 (die Breccie scheinbar eingeklemmt unter dem Grubhörngipfel) und Abb. 12, S. 117 (auf dem Kamme) darstellt. Man darf aber nicht vergessen, daß die Breccie ohne scharfe Grenze durch abnehmende Zertrümmerung in unversehrten Riffkalk übergeht, anderseits auch tiefere Teile der Schichtenfolge durch lokale Zertrümmerung Bilder bieten können, welche von weitem der rhätisch-liassischen Grenzbreccie täuschend ähnlich sehen. Im ganzen haben die Blattverschiebungen an den östlichen Wänden eine flexurartige Herabbiegung des Rhät-Lias unter das Neokom der beiden Sättel zur Folge. Ich besitze von dem hier geschilderten Teil der E-Wände (Lachfeldkopf—Grubhörnl) gute Lichtbilder (Nr. 119, 100, 99, von S nach N).

## Anderlalm in den Loferer Steinbergen.

(Textabbildung 5.)

Der Anderlkopf, ⚔ 1475 (Alpenvereinskarte der Loferer Steinberge 1925), am NE-Eck der Loferer Steinberge ist eine unbedeutende Rückfallkuppe gegen NE. Die Anderlalm liegt in der Einsattelung zwischen ihm und dem Eibelhorn, ⚔ 1993. Aus dem Loferer Hochtal führt der Steig auf der SE-Seite des Sattels nach Überwindung des kahlen Dachsteindolomithanges in einem Laubwaldstreifen empor. Erst dann erreicht er den untersten, etwas abgetrennten Zipfel der Almwiese. Auch von der verfallenen Steinberghütte ⚔ 1285, am Anstiege gegen die Schmidt-Zabierow-Hütte, kann man die Alm erreichen. Der Steig ist am Beginne etwas unsicher und hält sich später auf ziemlich gleicher Höhe unter den Dachsteinkalkwänden des Eiblhornes. Er erreicht die Alm von SW.

Graswuchs und Wasserführung der Alm sind durch den tonreichen jurassischen Kern einer vertikal stehenden, ungefähr N—S-streichenden tektonischen Mulde des Dachsteinkalkes (orh Riffkalk) bedingt. Auf dem N-Hange ist die Mulde im Dachsteinkalk bei guter Beleuchtung vom SE-Eck der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe besser sichtbar als an Ort und Stelle. Die jurassischen Gesteine reichen hier nicht tief hinab. Gegen S senkt sich die Muldenachse, die tief herabreichende Mulde ist durch den NE-streichenden Hang schief getroffen und breit geöffnet. Abb. 5 ist nach der Natur und nach einem von der verfallenen Steinberghütte ⚔ 1285, am Touristenweg Loferer Hochtal—Schmidt-Zabierow-Hütte, aus aufgenomme-

nen Lichtbild gezeichnet. Eine deutliche Asymmetrie der Mulde zeigt sich darin, daß die an der Rhät-Lias-Grenze entwickelte Breccie hauptsächlich im N-Flügel, viel weniger im S-Flügel entwickelt ist. Sie bildet mächtige steile Wände und Hänge links des Laubwaldstreifens (siehe unten) und endet gegen SW an Brüchen. Die rechte Flanke der langen Furche, welche westlich der Abzweigungsstelle des Steiges aus dem Loferer Hochtal über eine Höhle im Dolomit zuerst gegen W, dann gegen SW aufwärts zieht (vgl. die Alpenvereinskarte), wird noch von Dolomit gebildet, Abb. 5, P. 1—2. Dieser stößt weiter oben mit einem S 22° W streichenden vertikalen Bruche an der Breccie ab, welche sich stufenartig heraushebt. Steigen wir in der Furche noch weiter empor, so gelangen wir knapp unter dem Pfade Steinberghütte—Anderlalm (ungefähr P. 2) an einen N—S verlaufenden Grenzbruch und dann wieder in den Dolomit. Gehen wir auf dem Pfade nach N, so sehen wir, daß die Grenze zwischen Dolomit und Riffkalk den Pfad spitzwinkelig schneidet. Wir gelangen also wieder in den Riffkalk und erkennen, daß der Dolomit einen nach N ausspitzenden Zipfel im Riffkalk bildet. Den genaueren Verlauf der Brüche, an welchen der Dolomit herausgehoben ist, konnte ich aus Mangel an Zeit nicht feststellen. In von der vorigen weiter nördlich (auf Abb. 5 weiter rechts) liegenden Furchen unter dem Pfade ist nur die enge Verknüpfung (Übergang) des Riffkalkes mit der Breccie festzustellen. Der Kontakt zwischen Riffkalk und rotem liassischem Kalk ist trotz der Zertrümmerung bisweilen noch gut erkennbar. Stratiographisch tiefer im Riffkalk sehen wir steile, dicht gescharte Pressungsklüfte (Abstand häufig etwa 0,1—0,3 m), welche auch fernerhin den Kontakt rings um den jurassischen Kern begleiten. Sie sind ungefähr dasselbe, was im älteren Gebirge manchmal als Clivage bezeichnet wird. Die Streichrichtung ändert sich; am Pfade bei P. 3 ist sie genau N, bei P. 4 N 20° W, 50 Schritte weiter links W 35° N. Wir bleiben also im NW-Quadranten. Kommt man auf dem Pfade schließlich auf den Almboden hinaus, so setzt sich die Breccie (Blattverschiebung?) links oben bei P. 5 als Wand fort, ebenfalls mit unzertrümmertem Riffkalk weiter oben verbunden. Auf dem N-Hange wird der Wiesenboden gegen SW durch vertikal stehenden, wenig zertrümmerten orh Riffkalk begrenzt. Schon dieser, noch mehr aber die Riffkalkstufe unter dem Rasenfleck ist wieder von dichtgescharten steilen Pressungsklüften durchsetzt, welche eine breccienartige Zertrümmerung des Gesteins anbahnen. Tiefer hinab folgen unter einer kleinen Rast nur noch ähnliche Wände von Riffkalk. Die Riffkalkwände am NE-Rande des Almbodens sind wenig brecciös, nur eine etwas abgetrennte Partie am oberen Ende der hier steil hinabziehenden Furche, vielleicht schon einer der gleich näher besprochenen Quetschlinge, ist stärker zertrümmert und ließ einen abweichenden Gesteinsbrocken erkennen. Der sedimentäre Kontakt von Riffkalk mit rotem Kalk ist besonders schön gegen den Anderlkopf zu hinter der Jagdhütte erhalten. (Diese befindet sich am Wiesenrande bei P. 6, rechts oberhalb der Almhütte, welche auf Abb. 5 allein sichtbar ist.) Von rotem Kalk erfüllte Hohlräume sind häufig konkav begrenzt. Ganz einwandfrei ist die Unversehrtheit der Berührungsfläche durch den hier ziemlich verbreiteten „Tropf“ erwiesen, nämlich weiße spätime Korallenrasen mit roter Zwischenfüllung. Die Berührungsfläche läßt sich natürlich hier, wo Versteinerungsfunde fehlen, nicht sicher als rhätisch-liassische Zeitgrenze beweisen. Ähnliche Erscheinungen kann man auch an dem

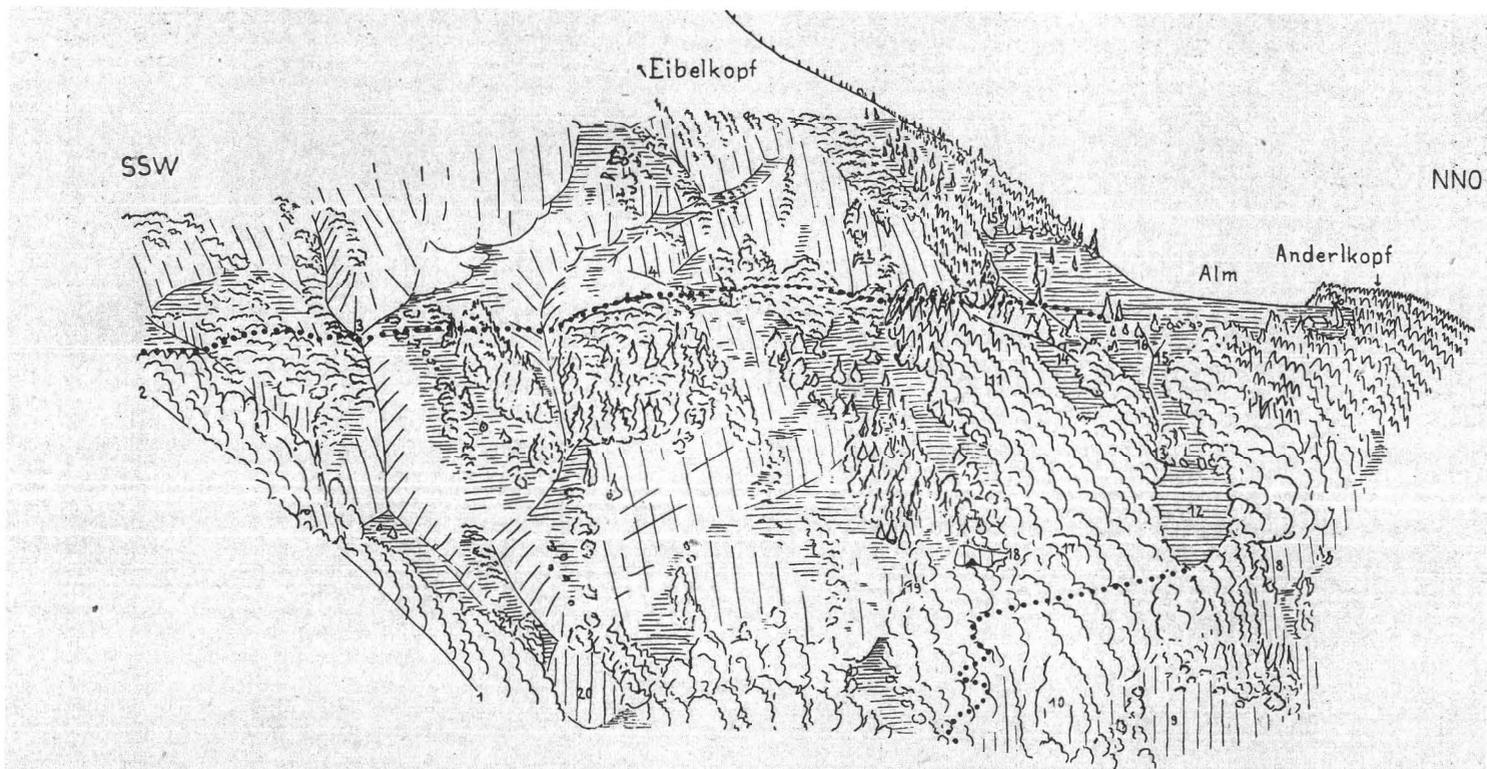


Abb. 5.

SO-Hang der Anderlalm, von der Steinberghütte aus gesehen. Nach Handskizzen und photographischen Aufnahmen. Schematisiert. Wege grob punktiert. Man blickt nach N, hat also mit einer starken perspektivischen Verkürzung von links nach rechts zu rechnen. Entfernung zwischen P. 2 und P. 6 ungefähr 1 km.

vertikalen Riffkalkzuge von der Jagdhütte hinab gegen P. 7 am Waldeck beobachten. Dann ist der Grenzzug am Rande des Wiesenzipfels auf ungeklärte Art etwas gegen NE versetzt. Mit der Fallinie abwärts gehend gerät man von hier in stratigraphisch ältere Gesteinspartien des Riffkalkes, welche, vertikal stehend, Wände (P. 8, 9) bilden, die von rechts an den Laubwaldstreifen (P. 10—11) herantreten. In diesem hat man wohl den tiefsten Zipfel des Muldenkernes vor sich.

Um den Bau des Muldenkernes zu verstehen, müssen wir uns daran erinnern, was wir drüben im obersten Teil der Urlgasse gesehen haben, vgl. S. 109: Ausgewalzte, steilstehende Kalke und vertikale Linsen von abgequetschtem orh Riffkalk. Eine solche Gesteinsumwandlung ist den schichtenparallelen Bewegungen fremd. Die Auswalzung ähnelt eher der Gesteinsveränderung an Blattverschiebungen. Im Muldenkern der Anderlalm sind derartig ausgewalzte Kalke und Hornsteine wegen der seltenen Aufschlüsse nur ausnahmsweise zu sehen. Dagegen ragen abgequetschte Linsen des Muldenrahmens, sei es Riffkalk oder Riffkalk-Lias-Breccie, vielfach aus dem Rasen. Auf der S-Seite sind sie zahlreich im unteren Wiesenzipfel (P. 12), links davon sieht man eine im Walde bei P. 13 und im Rasenstreifen bei P. 14. Weiter SW kommt man schon in den Riffkalk. Weitere Linsen: Den linken Rand der Wiese hinauf, an der R Flanke der großen Mulde, nahe der Einmündung des Steiges von der Schwarzberghütte; man beobachtet Verarbeitung mit hellgrünlich-grauem Hornstein. Auf der N-Seite nahe dem W-Rande der Wiese, fast ganz oben, eine solche von großem Ausmaße, mit Bäumen bewachsen, auch von der gegenüberliegenden Talseite sichtbar. Übrigens ist die Wiesenfläche der Alm, besonders auf der N-Seite, von ortsfremden Riffkalkblöcken übersät, welche von denen von linsenförmigen Einlagerungen herrührenden nicht immer sicher trennbar sind.

Die Entstehung der Linsen und Lamellen von Riffkalk in den tonigen jurassischen Schichten erfordert wohl eine starke Bewegungskomponente in der Richtung des Streichens. Die vertikale Pressungsklüftung im Riffkalk, welche ich oben mehrfach erwähnt habe, sind eine verwandte Erscheinung, aber beides ist den schichtenparallelen Bewegungen fremd. Alles das ist natürlich nur eine Näherungsdeutung, eine restlose Theorie kann weder Physiker noch Techniker bieten. Man kann sich vielleicht vorstellen, daß bei dieser Pressungsverformung auch Lamellen jurassischer Gesteine zwischen den Riffkalk geraten. Im Laubwaldstreifen und unteren Wiesenzipfel bei P. 12 deutet Schutt auf zwischen die Riffkalklamellen eingeklemmte bräunlichrote Hornsteine. Ansonsten verrät ein wenige Schritte breiter Saum roten Verwitterungsbodens, welcher von roten liassischen Kalken und Mergeln herrührt, und oft auch gegen das Muldeninnere anschließender Schutt der bräunlichroten Hornsteine auf der Innenseite der Riffkalk-, beziehungsweise Breccienumrahmung der Mulde eine gewisse Regelmäßigkeit des Baues. Das beobachtet man am rechten Rande des Wiesenzipfels rechts P. 12 und der großen Wiese bei P. 7—6, ferner, wenn man vom Steinberghüttenpfad von SW her den Almboden betritt, dann auch auf der N-Seite. Neben dem Liasboden fällt Schutt grünlicher Hornsteine besonders im langen Wasserriß nahe dem W-Rand der Wiese auf.

Die innersten Teile der tektonischen Mulde erkennt man auf der S-Seite in dem gegabelten Wasserrisse und in der südwestlich folgenden flachen

Abhangsmulde, welche sich oberhalb des Wiesenzipfels mit dem Wasserriß vereinigt. Im Wasserriß ist nahe der Gabelstelle bei P. 15 ein kleiner Aufschluß von bräunlichrotem Hornstein und braunem Schiefer, unter 45° SSE fallend, zu sehen, Schutt dieser Gesteine weit hinab bis zum unteren Wiesenzipfel. Das Gestein vieler Brocken ist stark zerquetscht und regelrecht in feine Breccie umgewandelt. Als hangendes und wohl auch stratigraphisch jüngstes Gestein folgen links über dem eben erwähnten Aufschluß bei P. 16 und in die links folgende flache Mulde (ihr Boden ist auf Abb. 5 durch die lange gerade Linie angedeutet) hinein steilstehende Bänke rötlichgrauen Krinoidenglieder führenden Kalkes, welcher in Sedimentärbreccie übergeht. Die Trümmer der Sedimentärbreccie werden etwa faustgroß. Sie bestehen hauptsächlich aus dichtem Kalk verschiedener Schattierung zwischen hell- und dunkelgrau, in geringer Menge aus Hornsteinbrocken, Schieferstückchen und aus eckigen Bröckchen gelblichen Dolomites. Die zwischen den Gesteinsbrocken und Krinoidengliedern liegende Grundmasse erweist sich unter dem M. als pseudoolithisch, ähnlich gewissen Gesteinen, welchen ich subklastische Struktur zugesprochen habe; vgl. VORTISCH 1926, S. 37, 9. Zeile von oben: Gestein aus dem Oberautal. Manchmal lagenartig gebaute Rinden von dichtem Calcit überziehen Krinoidenglieder, Brocken spätigen Calcits u. dgl. Aber es überwiegen verschieden gestaltete und große, gewöhnlich rundliche Körper dichten Calcits, welche in einer Grundmasse gröberen Calcits liegen. Die Unregelmäßigkeit der Körner in Größe und Form läßt den Eindruck eines echten anorganischen Ooliths nicht aufkommen. Am ehesten dürfte der dichte Calcit seine Entstehung der Organistentätigkeit verdanken. Gewisse schwer deutbare organische Reste machen sogar den Eindruck pflanzlicher Herkunft. Das Gestein enthält auch Spongiennadeln und spurenweise authigenen Hornstein (Chalcedon). Sichere Sedimentärbreccien im Malm habe ich nun auch in der K. S. Gr. entdeckt, zum Teil ganz ähnliche Gesteine wie das soeben beschriebene, 1940, u. a. Prof. 45—50. Wie im Sonnenwendgebirge und in der Osterhorngruppe gehören sie auch in der K. S. Gr. dem tieferen Malm nahe der Oberkante der Radiolarienhornsteine an; vgl. hierzu auch WAEHNER 1935, S. 149, VORTISCH 1937, S. 270, 275, Profil 1. In der Osterhorngruppe sind sie schon lange bekannt, in der K. S. Gr. waren sie meiner Aufmerksamkeit durch ihr verstecktes Auftreten zwischen weitaus überwiegenden tektonischen Breccien lange entgangen, konnten aber nunmehr bei Wiederbegehungen erkannt werden. Es kann aus ihnen natürlich auch nicht der Schein eines Gegenbeweises gegen die tektonische Breccienbildung und damit verbundene Gebirgsbewegung in den genannten Gebirgsgruppen gewonnen werden.

Höher oben in der flachen Mulde, über Aufschlüssen der Sedimentärbreccie, gewahrt man auch, sicher anstehend, dunkelgrauen bituminösen (?) Kalk mit hornsteinartigen Partien, welcher mir im tieferen Malm bisher in der K. S. Gr. und O. Gr. nicht bekannt ist. Aber es ist kaum ein Zweifel, daß er auch dazu gehört. Alte Bekannte aus der K. S. Gr. dagegen sind die braunen und grünlichen dickbankigen, zum Teil kieseligen Plattenkalke und Schiefer (unterer Teil von  $ma_3$ ), welche weiter den Wasserriß hinauf Schutt und kleine Aufschlüsse bilden. Dann folgt wieder Schutt völlig zerwalzter bräunlichroter Hornsteine und Schiefer, rote Liaserde und die schon beschriebene Breccienwand mit Brocken roten liassischen Kalkes.

Unweit im Schutt fand ich auch raubbrechende, blaßrote und gebänderte Kalke, ähnlich denen, welche schon S. 105 aus der Breccie des Grubhörnl-W-Hanges erwähnt wurden. Sie stammen wohl auch hier aus der Breccie. Damit ist der jurassische Muldenkern gequert.

Aufschlüsse, welche die Verbindung des Riffkalkes und seines Liasbelages, beziehungsweise deren Breccie, mit jüngeren jurassischen Schichten der Mulde darbieten, gibt es nur im Laubwaldstreifen links des unteren Wiesenzipfels und am Fuße der Wände links des Laubwaldstreifens. Die Wände entsprechen ungefähr der Dachfläche der Breccie des W-Flügels der Mulde. Im sanfter geböschten Laubwaldstreifen ragen zahlreiche kleinere Partien der Breccie empor, in welcher riesige Blöcke hellroten tonärmeren liassischen Kalkes auffallen. Wenn man vom unteren Wiesenzipfel etwa 40 Schritt auf gleicher Höhe gegen SW geht, so gelangt man 40 Schritt oberhalb des Steiges zu einer Stelle, wo merkwürdigerweise fast schwebend unter einem Wandl der Breccie zerdrehter bräunlichroter Hornstein liegt (P. 17). Eine solche Gesteinsumwandlung kennen wir (VORTISCH 1937, S. 266) von den schichtenparallelen Bewegungen her. Sie unterscheidet sich von der Zerwalzung und feinen Zerdrückung, wie wir sie schon von den Gesteinen des Muldenkernes beschrieben haben. Ein paar Schritte weiter kommt man zu einer Stelle (P. 18), wo durch Auswitterung des Hornsteines eine 4 m tiefe Höhle entstanden ist, in deren Hintergrund die Hornsteine—Plattenkalke anstehen. In diesen liegen große Drehlinge. Ein teilweise ausgewitterter ist 1 m lang und 0,5 m dick. Die Längsachse des zylindrischen Körpers streicht horizontal N 4° W. Die Bänkchen schmiegen sich auch der Decke des Hohlraumes an und dringen in seinen zipfelförmigen Fortsatz nach oben. Etwa 20 Schritte weiter sieht man eine 3 m hohe Zunge von zerdrehtem Hornstein in die Breccie eindringen, welche hier aus Trümmern von grauem Riffkalk und rotem Kalk besteht. Durch Auswitterung der Malmgesteine ist ein dreieckiger Hohlraum entstanden, welcher auch von der Steinberghütte aus sichtbar ist (Abb. 5). Die rechte begrenzende Wand der Zunge streicht N 12° W. Gleich darauf steigt wieder steilstehender zerdrehter Hornstein empor. Rechts davon folgt ein Streifen bräunlichroten (ls?) Kalkes und dann rötlichgraues riffkalkähnliches Gestein, links des Hornsteines eine Breccie aus Trümmern von Riffkalk und bräunlichrotem (ls) Kalk, in welcher tonreicherer bräunlichroter Kalk stellenweise die Gegenmasse bildet. Die Flamme selbst streicht ungefähr NW. Wenn man dann auf gleicher Höhe links etwas in die Wand hineinsteigt, sieht man noch einen kleinen emporragenden Zipfel, wahrscheinlich nur von Lias. Steigt man aber etwas tiefer und geht dann links unter der Wand weiter, so gelangt man nach etwa 50 Schritten zu einem kleinen, die Wand unterbrechenden Schuttkegel (P. 19). Beiderseits der Verhüllung kleben den schrägen Flächen Bänkchen bräunlichroten Hornsteins an, welche dem Beschauer die Schmalseite zukehren und ahnen lassen, daß sich hier unter dem Schuttkegel eine aufbrandende Hornsteinpartie verbirgt, wie wir sie schon beschrieben haben. Rechts sieht man sogar, wie die Bänkchen aus der flachen Lage nach oben umbiegen. Oben flasern sie zwischen die Breccie hinein. Links schauen Drehlinge des Hornsteins aus der Verhüllung und Reste dieses Gesteins kleben auf der dem Beschauer zugekehrten Wand. Die nun anschließende, etwa 20 Schritt lange, 8 m hohe Wand von grauem Riffkalk biegt unten in eine überhängende,

unter 60° W fallende Fläche ein, an welcher grauer kieseliger Plattenkalk ( $ma_3$ ) klebt und, flachere Lagerung annehmend, darunter hineinzieht. Nach weiteren 40 Schritten erstreckt sich unter der Wand ein 4 m breiter Hohlraum, welcher links oben zipfelförmig endet. Es ist aber darin nur Riffkalk-Lias-Breccie sichtbar. Es folgen bis zum Ende der Wand noch weitere Höhlen, aber ich konnte darin in flacher Lagerung und als Auskleidung nur mehr bräunlichrote—grüne plattig absondernde Kalke feststellen, deren stratigraphische Lage ich noch nicht sicher abschätzen kann. Vielleicht ist die plattige Absonderung keine Schichtung, sondern nur Druckklüftung. Nach dem Ende der hohen Wand folgt noch ein niedrigeres Wandel (P. 20), über welchem von oben her zwei Furchen münden. Unter dem Wandel besorgt eine tiefe Rinne zwischen hohen Schuttwällen die Wasserabfuhr. Das Wandel und die beiden Furchen bestehen fast bis zum Steige noch aus Breccie. Die N-streichenden Pressungsklüfte knapp unter dem Steige wurden schon erwähnt (S. 113). In der linken Furche liegt ungefähr bei P. 21, ziemlich flach, 8 m hoch aufgeschlossen, bräunlichroter Plattenkalk (vulgo Hornstein); aber der Verband mit der Breccie ist nicht gut sichtbar. Die Deutung, daß es sich um einen kleinen Abtragsrest des ursprünglich auf der Breccie lagernden, teilweise vielleicht auch mit ihr verarbeiteten Hornsteins—Plattenkalkes handelt, ist ganz naheliegend.

Die Verarbeitung der Riffkalk-Lias-Breccie mit dem Hornstein und Plattenkalk liefert ganz ähnliche Bilder, wie wir sie bereits aus dem Inneren der K. S. Gr. kennen. Schön zu sehen und leicht zugänglich ist diese Erscheinung an der Sohlfläche des Riffkalkes, beziehungsweise der Breccie G 7, in der Schwarzbergklamm. Man wäre versucht, auch hier an der Anderlalm diese Erscheinung als Folge einer früheren schichtenparallelen Bewegungsphase zu deuten, der wir ja auch die Bildung der Riffkalk-Lias-Breccie zuschreiben. Aber wenn wir die Mulde ausglätten, dann liegt der Hornstein nicht unter aufgeschobenem Riffkalk wie in der K. S. Gr., sondern normal auf dem Riffkalk, denn der Riffkalk ist doch der des Muldenrahmens, nicht eine aufgeschobene Partie. Das beweist die Beobachtung bei P. 19 und 21. Man kann sich schwer vorstellen, daß sich die Flammenbildung wie dort nach oben, hier nach unten entwickelte. Es liegt näher anzunehmen, daß sie so wie die Zerdrehung des Hornstein—Plattenkalkes bei der Verschiebung eines oberen Abschnittes der vertikalen Mulde an schwebender Bewegungsfläche über einem unteren Abschnitt zustande kam, so daß mindestens der W-Schenkel des Breccienrahmens durch die Verschiebung und gleichzeitige Schleppung rechtwinkelig abgelenkt wurde. Die Flammenbildung und Zerdrehung kam beim Verschieben des abgelenkten Rahmenteiles zustande (Abb. 6). Daß es sich hier um eine Wahrscheinlichkeitsdeutung handelt, ist gewiß nicht zu leugnen.

### **Zusammenfassung.**

Die Aufklärung der geologischen Verhältnisse im Inneren der Kammerker-Sonntagshorngruppe ermöglicht die Beurteilung des Südosteckes der Gruppe und der Anderlalm in den Loferer Steinbergen. Die Breccie ist mit der besonders in Gebirgsstück 7 vorkommenden des Inneren der

K. S. Gr. vollkommen gleichartig. Sie ist weder rhätischer (HAHN) noch gosauischer (AMPFERER) Sedimentation zuzuschreiben, sondern auf tektonischem Wege bei den schichtenparallelen Bewegungen entstanden. Am Südosteck liegen graue malmische Plattenkalke (Aptychenkalke) fast unmittelbar auf der Riffkalk-Lias-Breccie. Diese Bewegungslücke entspricht vielleicht der Überschiebungsfläche VII der K. S. Gr. Auf der Anderlalm ist die Schichtenreihe über der Breccie vollkommener. Es folgt der rote Hornstein (Radiolarienhornstein) und der unterste Teil der grauen Plattenkalke (Aptychenkalke) mit Krinoidengliedern und klastischen Gesteinsbrocken, das ist wie anderwärts Sedimentärbreccie. Neu ist an beiden Örtlichkeiten die Lage der Riffkalk-Lias-Kantenbreccie unmittelbar auf autochthonem oberrhätischem Riffkalk, welcher nach oben durch zunehmende Zertrümmerung in die Breccie überzugehen scheint. Man könnte glauben, daß man

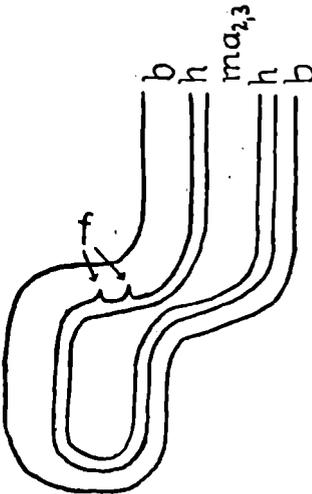


Abb. 6.

Entstehung der Flammen, welche zwischen P. 17 und P. 19 (Abb. 5) bei überkippter Lagerung aus Malmgesteinen in den Riffkalk emporsteigen. b = Riffkalk, h = Radiolarienhornstein, f = Flammen. Dem Vorgang wird nur lokale Bedeutung beigemessen.

es hier mit einer Art Wurzelzone des in der K. S. Gr. entdeckten Überschiebungsbaues zu tun hat. Wegen der allzu spärlichen Erhaltung dieses Baues läßt sich darüber kaum Gewißheit gewinnen. Jedenfalls ist an unseren Örtlichkeiten ein Überrest dieses Baues erhalten als Zwischenstation zu der noch viel weiter entfernten Osterhorngruppe, in welcher die Verhältnisse ganz denen der K. S. Gr. entsprechen.

Die Schichtenfolge ist in enge Falten gelegt (Abb. 1, 2), welche sich nahe der Südwand der K. S. Gr. zu einer wahrscheinlich im Streichen engbegrenzten Überschiebung steigert (Abb. 3). Auf der Anderlalm ist nur eine steile gepreßte Mulde vorhanden. Flammenartiges Eindringen des Hornsteins in die Riffkalk-Lias-Breccie ist nur die Folge einer lokalen Abknickung dieser Mulde (Abb. 6). Nach AMPFERER steht diese Faltung gegenüber welcher sich unsere Breccie wie ein Glied der Schichtenfolge verhält, mit dem Einschub der juvavischen Decke von Osten her im Zusammenhang. Ist der Einschub vorgosauisch, so muß es die Breccienbildung und mithin

auch die schichtenparallelen Bewegungen der K. S. Gr. erst recht sein. Diese rücken somit an den Beginn der kalkalpinen Orogenese, ein Ergebnis, zu welchem wir schon aus mechanischen Gründen auf anderem Wege gelangt sind.

#### Schriftenverzeichnis.

AMPFERER, O., Über den W-Rand der Berchtesgadener Decke. Jahrb. d. Geol. Bundesanst. **77**, Wien, 1927.

HAHN, F., Geologie der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. I. u. II. Teil, Jahrb. d. Geol. Reichsanst., **60**, Wien, 1910.

VORTISCH, W., Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. I. Teil, Jahrb. d. Geol. Bundesanst., **76**, Wien, 1926.

VORTISCH, W., Tektonik und Breccienbildung in der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., **81**, Wien, 1931.

VORTISCH, W., Die Juraformation und ihr Liegendes in der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe, Beschreibung der Aufschlüsse. 1. Westrand des Gebietes (Kammerker). Neues Jahrb. f. Min., Beil., Bd. **73-B**, Stuttgart, 1934.

VORTISCH, W., Über schichtparallele Bewegungen (Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe und Osterhorn-Gruppe). Zentralbl. f. Min., B, Stuttgart, 1937.

VORTISCH, W., Ein geologischer Querschnitt durch die Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. I. Teil, Beschreibung der Aufschlüsse. Denkschriften der Deutschen Akad. d. Wiss., Bd. **1**, Prag, 1940.

WÄHNER, F., Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. Verh. d. Geol. Reichsanst. Wien, 1886.

WÄHNER, F., Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues. II. Teil, herausg. von E. Spengler, Leipzig und Wien, 1935.

Karte der Loferer Steinberge, herausg. vom Alpenverein, Wien, 1925.