©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tektonik und Breccienbildung in der Kammerker-Sonntagshorngruppe.

Von **Wilhelm Vortisch.**

(Mit 4 Abbildungen.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Arbeitsgang 81
Stratigraphie 82
Tektonische Gesteinsumwandlung 84
Breccienbildung durch schichtenparallele Bewegung: Knollenbreccie, Kantenbreccie, Übergänge der Typen und Herkunft der Bestandteile, mechanische Bedingungen 84
Breccienbildung an Blattverschiebungen 85
Strukturelle Umwandlung 85
Tektonik 86
Westrand der „Schüsselmulde", Scheibelberg, Kogel, Folgerung 86
Kern der „Schüsselmulde": Allgemeine Bauform 87
A. Nordwestteil: Gebirgsstück 1—9, scheinbar exogene Breccieneinschaltung und tektonischer Mächtigkeitsgewinn mancher Gesteine, Beschaffenheit der Breccieneinschaltungen, Mächtigkeitsbeziehungen der Breccien und ganzer Gebirgsstücke 90
B. Südostteil 92
Folgerungen: Bewegungen geringeren Ausmaßes, Ursache der bisher ungenügenden Kenntnis des Dogger, Bewegungsrichtung, Bewegungsfolge, Mitbewegung des Hangenden und Synthese des Bewegungsvorganges, Ausblick 93

Arbeitsgang.

Die Arbeiten Hahns in diesem Gebiete liegen nunmehr 20 Jahre zurück. Seine Veröffentlichungen, insbesondere die geologische Karte im Maßstabe 1 : 25.000, riefen den Eindruck hervor, daß die tektonischen Verhältnisse des Gebietes im wesentlichen geklärt seien. Manche Einzelheiten gewisser Gebietsteile sind inzwischen berichtigt worden (Ampferer 1925, 1927, Vortisch 1926, 1927), aber grundlegende Abweichungen von Hahns Auffassung der Tektonik wurden nicht vermutet. Um so überraschender ist das Ergebnis, daß sich in dem bisher als einfache Großmulde angesehenen tirolischen Untergrunde ein verwickelter Überschiebungsbau verbirgt, durch welchen auch die von Hahn als exogen angesehenen Breccien in ganz anderem Lichte erscheinen. Meine Begehungen einiger in erster Linie in Aussicht genommenen Profile nähern sich ihrem Ende und es kann mit deren Beschreibung begonnen werden. Da die stratigraphisch-paläontologische und sedimentpetrographische Bearbeitung des Materials die Veröffentlichung des allgemeinen Teils der

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Arbeit noch verzögert, seien hier einige tektonische Ergebnisse vorweggenommen. Gleichzeitig sollen diese Zeilen auch als Einführung für die Beschreibung der Profile dienen. Manche Einzelheiten dieser Beschreibung werden dann nicht mehr überflüssig erscheinen.

Stratigraphie.

Die unerläßliche stratigraphische Grundlage gebe ich in Form einer Tabelle (nebenstehend), wodurch die bereits 1930, S. 478 gegebene erweitert und berichtigt wird. Hahns Angaben sind für meine ins einzelne gehende Untersuchung viel zu allgemein und stützen sich großenteils auf ältere, ohne genaue Beachtung der Gesteinsfazies gemachte Funde.

Ich halte mich bei der Gesteinsbezeichnung streng an die 1930, S. 474—479 gegebenen Grundsätze.

Einer näheren Erläuterung bedarf noch der Ausdruck Suturknollenkalk. Er stellt einen Sonderfall der Omissionsschichtung dar, welcher sich an den „ungebankten Knollenkalk" (d. i. Knollenkalk mit getrennten Knollen, siehe unten S. 84) anschließt. Die Mergelflasern sind zu Nähten reduziert, welche die einzelnen Knollen voneinander abgrenzen. Die innere tektonische Beweglichkeit der ungebankten Knollenkalke (siehe unten) geht dadurch verloren.

Jedes vollumrissene Feld entspricht einer Gesteinsfazies in bezug auf den oberrhätischen Untergrund und im stratigraphischen Bereich der links angegebenen Stufenbezeichnung. Durch Punkte abgegrenzt sind genauere Zusätze zur Benennung des vollumrissenen Feldes, in welchem sie liegen. In den nicht rechteckigen vollumrissenen Feldern bedeuten die Zahlen die maximale Mächtigkeit. Die Sternchen geben an, wie sich die Fundorte der rechts auf gleicher Höhe stehenden Zonenammoniten auf die oberrhätisch vorbedingten drei Faziesgruppen verteilen. Die vierte Faziessäule, Böschung, oberer Teil, ist ungenügend bekannt; auf weitere Lücken weisen die Fragezeichen. Nur die durch Leitformen erwiesenen Stufen sind links angegeben. Fehlende Stufenbezeichnungen bedeuten natürlich keine stratigraphische Lücke. Die grauen Hornsteinknollenkalke sind so gut wie versteinerungsleer. Es ist auch möglich, daß durch die weitere Arbeit die bisher gänzlich unbekannten bituminösen Schiefer des Lias noch in δ hinabrücken. Eine große stratigraphisch-paläontologische Beobachtungslücke stellen die höheren Unter- und Mittelliaskalke des Riffgebietes dar. Hier und im Oberlias-Dogger wird vielleicht eine feinere Gliederung noch möglich sein. Im übrigen wird die gewöhnliche Feldbeobachtung mit Zufallsfunden kaum weitere Resultate liefern. Es käme nur steinbruchmäßiger Abbau in Frage. Der viele Jahrzehnte weit zurückliegende Steinbruchbetrieb, bei welchem in der unter-mittelliassischen versteinerungsreichen Böschungsfazies des Kammerkerkogels zahlreiche Funde zutage gefördert wurden, beachtete nicht die feineren Faziesverhältnisse. Daher konnten auch die unter der Mithilfe Suttners getroffenen Bestimmungen Hahns keine genauere Zonenstratigraphie liefern.

Der obere Rand der Tabelle gibt die Verteilung der Fazies auf die weiter unten zu besprechenden Gebirgsstücke, siehe dort.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

		Zugehörigkeit der Gebirgsstücke zu den Faziesgebieten				
		2, 5—9		1 (autochthon): Kogel N, Klamm W; 3	1 (autochthon): Nordwestteil	
		1 (autochthon): Südostteil	Kogel NE			
Kreide		Sedimentärbreccien				
		grünliche Mergel				
Malm		graue Hornsteinplattenkalke				
		graue Plattenkalke 100 *m*?				
		grünliche mergelige Plattenkalke und Schiefer 15 *m*?				
		braune mergelige Plattenkalke und Schiefer 15 *m*?				
		rote Radiolarienhornsteine 10 *m*				versteinerungsleer
Dogger	δ	* harte braune Knollenkalkbänke mit eisenreichen Rinden und Konkretionen 1 *m*			?	*Stephanoceras* aff. *Blagdeni* Sow.
		rote tonreiche Knollenkalke 5 *m*			rote Knollenmergel 8 *m*?	
Lias	ε ob. T.	* rote Mergel 1 *m* *			schwarze bituminöse Schiefer mit Stinkkalk- und Sandsteinbänken 4 *m*	*Hildoceras bifrons* Brug.
	ε u. T.	* oft eisenreiche Rinden und Konkretionen *				*Harpoceras falcifer* Sow.
	δ	meist Knollenbreccie			rötlicher bis grauer Suturknollenkalk 4 *m*	
	γ u. T.	tonreichere rote Knollenkalke 10 *m*?		dünngebankt * ungebankt * dickbankig	grauer, nicht bituminöser Hornsteinknollenkalk 17 *m*	*Uptonia Jamesoni* Sow.
	α_4 ob. T.		bräunlich-roter, wenig gesch. Plattenkalk 10 *m*			*Arnioceras ceratitoides* Qu.
	α_3	* eisenreiche Rinden und Konkretionen *				*Schlotheimia marmorea* Opp.
		tonärmere rote Knollenkalke 1—2 *m*	gelblich-grau 8 *m*	?	grauer bituminöser Krinoidenplattenkalk 3 *m*	
Ob. Rhät		Riffkalk		Übergänge	graugrüne Schiefermergel 1 *m*	
					riesenknolliger grauer bituminöser Kalk 100 *m*	
		Riffrücken	oberer Teil	Fuß	Außengebiet	
			Böschung			
		Faziesgebiete				

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tektonische Gesteinsumwandlung.

Breccienbildung durch schichtenparallele Bewegung.

Grundlegend für die Tektonik waren gewisse Beobachtungen über Breccienbildung. Ungestörte Gebirgsstücke gehen im stratigraphisch-horizontalen Sinne in Breccien über, für deren Entstehung nur tektonische Kräfte in Anspruch genommen werden können. Das Endprodukt ist je nach dem Ausgangsmaterial verschieden. Die Hauptrolle spielt der Schichtungsverband. Man kann zwei durch Übergänge verknüpfte Gesteinsgruppen unterscheiden. Diagenetische Vorgänge, deren exogene Bedingtheit zwar wahrscheinlich, aber noch nicht aufgeklärt ist, lassen aus der Kalk-Mergel-Wechsellagerung mit überwiegendem Kalk bald Knollen-, bald Plattenkalke entstehen (Vortisch 1930, S. 474, 475).

Ungebankte und dünnbankige Knollenkalke. Die ersteren bestehen aus getrennten, die letzteren aus seitlich im Verhältnis zur Dicke der Knollen nur schwach verbundenen Knollen. Diese Knollen werden von mergeligem Zwischenmittel umflasert. Die Gestalt nähert sich der eines negativen Rotationsellipsoids, mit der (kürzeren) Rotationsachse senkrecht zur Schichtung. Ein Teil dieser Knollen können meist ebenfalls flachliegende Ammonitensteinkerne sein. Es handelt sich in unserem Gebiet gewöhnlich, aber nicht ausschließlich um rote Gesteine. Schrittweise kann man beobachten, wie diese Knollen aus ihrer Lage gedreht und zum Teil zerstückelt werden. Beides ist besonders an den Ammonitensteinkernen erkennbar. Die Mergelflasern verhalten sich hiebei wenigstens für die Beobachtung mit freiem Auge plastisch. Es entstehen Breccien, welche Konglomeraten ähnlich sehen können. Ich nenne sie Knollenbreccie. Dieser Ausdruck mag paradox erscheinen, da das Grundwort „Breccie" an eckige Bruchstücke erinnert. Man darf sich aber bei der Bildung wissenschaftlicher Termini nicht so sehr an die ursprüngliche Wortbedeutung, als an ihren genetischen Sinn halten. Wenn ein tektonisches Bruchwerk überhaupt als Breccie bezeichnet wird, so muß auch dieses Gestein so genannt werden, in welchem die rundlichen Umrisse des Ausgangsmaterials erhalten sind. Durch das Beziehungswort „Knollen" wird diese Eigenschaft und ihre Herkunft ausgedrückt.

Das wichtigste Beispiel bilden die Knollenbreccien, in welche Oberlias ζ (mit Teilen des Liegenden und Hangenden) übergeht, besonders in den Gebirgsstücken 2, 5, 6. Daß trotz ausgeprägter Paralleltextur (erhaltener Schichtung) die Durchbewegung eine starke sein kann, beweisen fremde Einschlüsse, z. B. im obersten Unkenbach in 2 schwarzer Hornstein, welcher nur aus dem Hornsteinknollenkalk stammen kann.

Dickbankige Knollenkalke, Plattenkalke, Riffkalke, Plattendolomite, Plattenhornsteine. Die Breccienbildung schließt sich an Diaklasenbildung an. Oft regelmäßige, die Schichtung querende Kluftscharen werden dichter, die kantigen Bruchstücke allmählich aus ihrer Lage gedreht. Die Lücken füllen sich mit feinem Zerreibsel oder dem plastisch fließenden Zwischenmittel. Mörtelstruktur ist oft zu beobachten.

Das wichtigste und verbreitetste Beispiel ist der oberrhätische Riffkalk der Schubkeile 7, 8, 9, besonders mächtig und lange bekannt und mißdeutet in der Schwarzbergklamm und im Südostabschnitt. Eine gewisse grobe Paralleltextur durch Gleichorientierung der Trümmer in der Richtung der Schichtung des Hangenden und Liegenden ist verbreitet, aber nur dem geübten Auge kenntlich.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

In Konsequenz des oben Gesagten muß ich dieses eckige Bruchwerk durch einen besonderen Namen unterscheiden. Ich nenne es Kantenbreccie. Der Pleonasmus schwindet, wenn man bedenkt, daß auch gerundete Trümmer Breccien bilden können.

Eine besonders auffallende Übergangsbildung zwischen beiden Breccienarten liefern ungebankte oder dünnbankige Knollenkalke mit einzelnen dickeren Kalkbänken. Deren kantige Bruchstücke schwimmen dann in der kleinknolligen Grundmasse. Beispiel: Lias δ, Fazies der Riffböschung.

Beide Breccienarten und ihre Übergänge können sowohl monomikt als auch polymikt vorkommen. Im letzteren Falle sind manchmal im stratigraphisch horizontalen oder vertikalen Sinne ursprünglich weit voneinander gelegene Gesteine vereinigt.

Ein verbreiteter Mischtypus der Kantenbreccie entwickelt sich im Hangenden des Riffkalkes des Gebirgsstückes 7 (+8+9?) am Schliefbach, in der Schwarzbergklamm und im Südostgebiet mit den daraufliegenden malmischen braunen Plattenkalken und Schiefern. Die Schichtung dieser Malmgesteine vererbt sich oft auf die Breccie. Diese Paralleltexturen sind sehr schichtungsähnlich. Zwischen lagenweise auf den weicheren Mergelzwischenlagen hineingewalzten Riffkalkbröckchen können Aptychen, Zweischaler und Belemniten der Plattenkalkbänke gut erhalten sein. Anderseits können zwischen intakte oder randlich zertrümmerte bankartige, vielleicht durch Schichtung (Mergelzwischenlagen) vorgebildete Riffkalkmassen dünne Plattenbänkchen geschoben sein. Sie wittern schichtfugenartig heraus. Die Vortäuschung exogener sedimentärer Erscheinungen hat damit ihren höchsten Grad erreicht.

Der ganzen Art nach, wie die bisher angeführten Breccien seitlich in ungestörte Gesteine übergehen und dabei ihr Niveau gegen das Liegende und Hangende einhalten, können sie nur von ungefähr schichtenparallel erfolgten Bewegungen in einem noch gänzlich ungestörten Gebirge erzeugt worden sein. Sie verdanken ihre Entstehung tektonischen Vorgängen, welche am Beginne der alpinen Orogenese liegen und den späteren tektonischen Vorgängen entgegengesetzt, d. h. nach S und O verliefen. Die Verfolgung dieser Bewegungen lieferte das bereits eingangs erwähnte überraschende Ergebnis, welches unten näher dargelegt werden soll.

Breccienbildung an Blattverschiebungen.

Den beiden beschriebenen Breccienarten steht die Breccienbildung an den zahlreichen Blattverschiebungen schroff gegenüber. Während hier grobe Rutschstreifen allgemein sind, kommt es dort an der Grenze der Bruchstücke höchstens zu einer stylolithischen Streifung. Die mechanischen Bedingungen der beiden Vorgänge müssen verschieden gewesen sein.

Strukturelle Gesteinsumwandlung.

Von der Breccienbildung überhaupt ist die strukturelle Gesteinsumwandlung zu trennen, welche trotz der geringen Tiefenstufe der Umwandlungsvorgänge des Gebietes auch vorkommt. Die hohe Mobilität, d. h. Einschaltung sehr leicht beweglicher toniger Gesteinslagen zusammen mit der leichten Löslichkeit des Kalkspats verringert die

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

notwendige Belastung. Am Ende dieser Reihe stehen Mineralien der Salzlagerstätten, deren tektonisches Verhalten oft das des Quarzes und der Silikate der kristallinen Schiefer nachahmt. Die strukturelle Umwandlung ist bisher nur am Kalkstein beobachtet. Nahe den Bewegungsflächen kommen wachsglänzende Bänke vor, ohne die geringste Spur von organischen Resten. Auch Krinoidenglieder fehlen. Das Gestein ist bereits vom Fonsjoch erwähnt worden (Vortisch 1926, S. 32, 33). Es besteht aus wirren Kalzitfasern mit undulöser Auslöschung. Die wirrfaserige Textur ist die Ursache der außerordentlichen Festigkeit des Gesteins. Naheliegend ist der Vergleich mit Nephrit, dessen Entstehung ebenfalls tektonischen Kräften zugeschrieben wird. Es ist aber auch Gefügeregelung der neugebildeten Kristalle, Wälzung und abermalige Mylonitisierung zu beobachten. Beispiel: Suturknollenkalk Lias δ, von Hahn z. T. fälschlich als Lumaschelle angesehen, Hahn 1910, S. 368.

Wir erhalten die im Inhaltsverzeichnis angegebene Übersicht der Gesteinsumwandlung in der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe.

Tektonik.

Die Aufschlüsse, deren Untersuchung nun bald zu Ende geführt sein wird, gehören eigentlich nur zwei im großen und ganzen N-S verlaufenden Profilen an. Das eine liegt am Westrande der „Schüsselmulde", das andere geht weiter östlich durch ihren Kern.

Westrand der Schüsselmulde.

Westabsturz des Scheibelberges: Zwischen Radiolarienhornstein und Hornsteinknollenkalk sind rote Knollenkalke erhalten, welche am Nordende unter- (β) und mittelliassische (γ) und weiter gegen S oberliassische (ε) Fossilien führen. Ihre Mächtigkeit nimmt in der gleichen Richtung von 8 *m* auf zirka 1 *m* ab.

Die Aufschlüsse zeigen stratigraphische Besonderheiten. α_4 (*Arnioceras ceratitoides* Qu) fehlt bisher, vielleicht beginnt die rote Sedimentation erst mit β. Der Suturknollenkalk ist nicht typisch entwickelt. Zwischen δ und ε fehlt die sonst im roten Gestein weit verbreitete, durch Bildung von Fe-reichen Rinden und Konkretionen angedeutete Sedimentationsunterbrechung.

Da Oberlias nirgends mehr als einige Dezimeter mächtig ist, kann man wirklich, wie Hahn 1910, S. 366, 367, sagt, in dunkelrotbraunen Mergelkalken „direkt unter dem überlagernden Radiolarit *Amaltheus spinatus* . . . sammeln". Nur beweist das nicht etwa mittel-oberliassisches Alter des Radiolarienhornsteins, sondern starke Bewegungen. Die dunkeln Mergel mit zahlreichen Radiolarien, welche Hahn 1910, S. 372, 373 und Fig. 9, vom Gschaidgraben angibt, sind keineswegs altersgleich mit denen unter dem Radiolarienhornstein des Scheibelberges, sondern entsprechen unseren malmischen braunen Plattenkalken und Schiefern. Beide Gesteine sind in der Tat recht ähnlich. Die „Konglomeratbank" Hahns darüber ist die Riffkalkbreccie des Gebirgsstückes 7 (siehe unten).

Auf der Nord- und Nordostseite des Kogels fehlt der Oberlias unter dem Radiolarienhornstein gänzlich. Lias δ ist verdoppelt (übereinandergeschoben) und eine nur hier vorhandene dickbankige Fazies von α_4 aufgestaucht

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

und zertrümmert. Der Einfluß der Böschung des unterlagernden oberrhätischen Riffkalkes, welche aus den Faziesverhältnissen der oberrhätischen Gesteine erschließbar (Vortisch 1926, besonders Abb. 4 und Tafel I) ist, wird hiebei deutlich, insofern hier Zusammenschub und tektonische Wirrnis ihren höchsten Grad erreicht.

Auf der gegen N gerichteten Rückfallkuppe K. 1551 ist ein kleiner Fetzen Oberlias erhalten.

Am Westrande der „Schüsselmulde" ergibt sich also starke Bewegung an der Liegendgrenze des Radiolarienhornsteins und tiefer hinab bis an die obere Grenze der Hornsteinknollenkalke. Höher (Radiolarienhornstein-Aptychenkalke) und tiefer (Hornsteinknollenkalke) sind die Aufschlußverhältnisse ungünstig. Aus diesem Grunde und wegen des Fehlens zwischenliegender Aufschlüsse war bisher keine sichere Verbindung zu dem weit besser enthüllten Überschiebungsbau im Profil durch die zentrale Großmulde zu gewinnen. Hingegen bieten sich hier wie im zentralen Profil zahlreiche Beobachtungen über tektonische Breccienbildung, welche bereits zusammengefaßt wurden.

Kern der „Schüsselmulde".

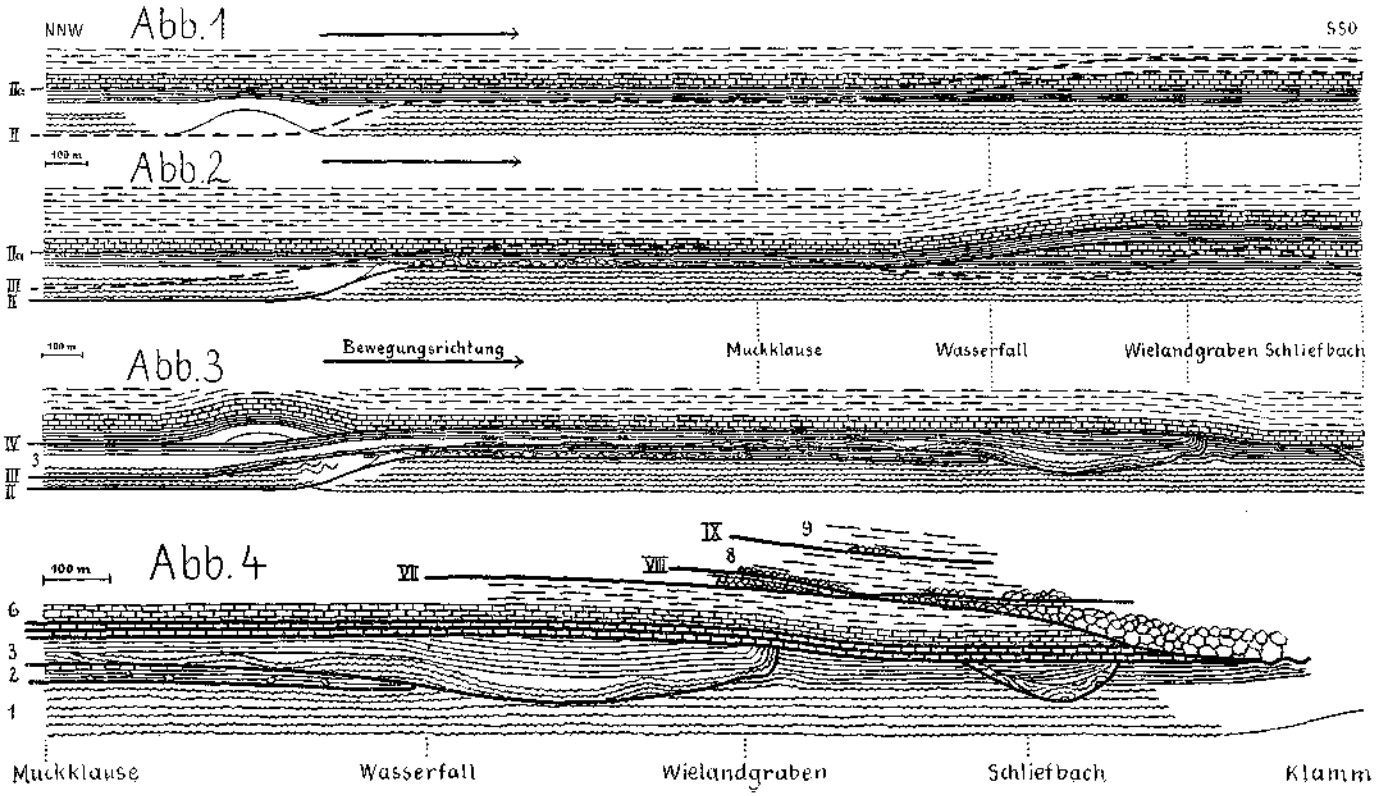
Das bisher für wenig gestört gehaltene Gebirge besteht aus flachen, dünnen Schubkeilen.

Alle Gebirgsstücke können stark tektonisch reduziert sein, ja stellenweise oder endgültig aufhören, was einer Scharung oder gegenseitigem Abschneiden der Bewegungsflächen gleichkommt. Die schichtenparallele Lagerung kann innerhalb beschränkter Aufschlüsse eine so vollkommene sein, daß die Berührungsstelle von einer gewöhnlichen Schichtfuge nicht mehr unterscheidbar ist. Fehlt überdies der Faziesunterschied und geeignete Versteinerungen, so können einheitliche Sedimentfolgen vorgetäuscht werden, wo in Wirklichkeit weit voneinander sedimentierte Gesteine tektonisch in Berührung gebracht sind. Öfter jedoch erkennt man bei genauerer Betrachtung an den Bewegungsflächen spitzwinkliges Abstoßen der Schichten. Schließlich wechseln in allen Gebirgsstücken intakte Abschnitte mit in Breccien umgewandelten unter entsprechenden seitlichen Übergängen. Die Umwandlung ergreift besonders dünnere Gebirgsstücke oder dünnere Teile, z. B. nahe dem keilförmigen Ende. Oft sind nur besonders geeignete Schichten von der Umwandlung ergriffen, am öftesten die fast ungebankten Knollenkalke des Oberlias und oberen Mittellias.

Dieser Überschiebungsbau verhält sich gegen die Verbiegung der „Schüsselmulde", gegen die Blattverschiebungen und Senkverwerfungen wie ein ungestörtes Gebirge, ist daher älter. Das fordert auch die Mechanik des Überschiebungsvorganges, bei welcher wie am Kogel die dem liegendsten (autochthonen) Gebirgsstück angehörende Böschung des oberrhätischen Riffkalkes (SE) gegen das heteropische Gebiet der riesenknolligen (Kössener) Kalke (NW) eine wichtige Rolle spielt.

Das Profil quert diese Böschung, welche ungefähr SW—NE streichend zu denken ist, in der als Ausflugsziel bekannten Schwarzbergklamm. Es zerfällt dadurch in zwei Teile *(A, B)*.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Erläuterungen zu den Abbildungen 1 bis 4.

Längenmaßstab: Abb. 1—3: 1 : 16.700, Abb. 4: 1 : 11.400. Überhöhung in allen Abbildungen reichlich vierfach.

Ohne Signatur: oberrhätischer Untergrund, besonders in das Niveau der Jurakalke aufragender oberrhätischer Riffkalk (vgl. Vortisch 1926, Abb. 4, S. 45), rote Kalke des unteren und mittleren Lias über dem Riffkalk (Fazies des Riffrückens) und über tieferliassischen Hornsteinknollenkalken (Fazies des Riffußes).

Trümmersignatur: Bruchstücke von oberrhätischem Riffkalk, gelegentlich auch von Unterlias der Fazies des Riffrückens.

Wellenlinien: graue Hornsteinknollenkalke, unter- und mittelliassisch, einschließlich der tiefstliassischen Krinoiden- und oberstmittelliassischen Suturknollenkalke.

Einfache Linien: roter tonreicher Oberlias-Dogger (und daraus hervorgegangene Breccien) in 1 einschließlich der schwarzen bituminösen Schiefer an der Basis.

Quadersignatur: Radiolarienhornstein, tieferer Malm. Striche: mergelige Plattenkalke und Schiefer, Malm.

Arabische Ziffern: Gebirgsstücke 1—9, S. 90, 91. Römische Ziffern: Bewegungs(Überschiebungs)flächen, unterbrochen vor, voll nach der Bewegung.

Die römischen Ziffern ohne Index bezeichnen die Hauptüberschiebungsflächen der mit arabischen Ziffern gleichbenannten Gebirgsstücke. Es fehlt also I, da 1 als autochthon angesehen wird. Mit Index *a* ist die Bezeichnung der Bewegungsflächen zweiter Ordnung an der Basis der Radiolarienhornsteine der entsprechenden Gebirgsstücke versehen.

Bei allen Abbildungen ist das Hangende auf ein Vielfaches der Profilhöhe nach oben fortgesetzt zu denken. Es ist der eigentliche Träger der Bewegung.

Die Abbildungen dienen der Veranschaulichung der Entstehung des allein zur Beobachtung gelangten Profils im oberen Unkenbach von der Muckklause bis zum Schliefbach, ohne daß auf Einzelheiten außerhalb des beobachteten Gebietes Wert zu legen ist.

Abb. 1. Ungestört. Von rechts nach links: Liasfazies des Außengebietes über oberrhätischem Knollenkalk, in die jurassischen Gesteine emporragendes oberrhätisches Riff mit seiner Liasfazies, Fazies des Riffußes. Anlage zweier Bewegungsflächen II und II*a*.

Abb. 2. Durch Überschiebung an II gelangt 2 (Riffkalk mit liassischer Hülle) über die Hornsteinknollenkalke 1. Gleichzeitig wird der Riffkalk und seine tieferliassische Hülle durch starken Vorschub des Hangenden an der Bewegungsfläche II*a* zur Breccie ausgewalzt und mit dem Oberlias-Dogger des Riffbereiches über die Hornsteinknollenkalke ausgebreitet. Anlage einer neuen Bewegungsfläche III.

Abb. 3. Durch Überschiebung an III gelangt die Fazies des Riffußes 3 über die Breccien 2. Der miteinbezogene Radiolarienhornstein 2 wird zusammen mit den Breccien 2 weiter vorgewalzt und deren Fortsetzung weggeschoben. An der Basis der Radiolarienhornsteine entsteht eine neue Bewegungsfläche IV, an welcher durch die Bewegung des Hangenden die Fortsetzung des Gebirgsstückes 3 abgeschnitten und ein Teil isoliert wird, unter gleichzeitiger Vorwärtsschleppung und Stauchung. Auch ein neues Riff ist herangeschoben, welches mit seiner Liashülle durch Überschiebung V auf ähnliche Art zwischen Radiolarienhornstein gelangt, wie das erste Riff zwischen Hornsteinknollenkalke.

Abb. 4. Durch Fortsetzung solcher Überschiebungen gelangen auch die Gebirgsstücke 6—9 über die tieferen Teile. Die Knollenbreccien in 5, 6 konnten wegen ihrer geringen Mächtigkeit nicht dargestellt werden. Da in den Breccien der Gebirgsstücke 7—9 Riffkalk vorherrscht, entstammen sie vielleicht einem ursprünglich weiter N gelegenen größeren Riff, von welchem die kleinen Riffe in Abb. 1 und 3 nur die Vorläufer bilden.

Die weitere tektonische Entwicklung des Profils, im wesentlichen Großfaltung, Blattverschiebungen und Senkverwerfungen, ist nicht dargestellt. Daher können die heutigen morphologischen Verhältnisse darin auch nicht zum Ausdruck gebracht werden.

Wem die Mechanik der Bewegung an den stark gestuften und gebogenen Bewegungsflächen unwahrscheinlich vorkommt, der bedenke folgendes: Aus Gründen des Formates mußte der ganze Vorgang auf einer viel kürzeren Strecke dargestellt werden, als der Wirklichkeit entspricht. Dazu kommt noch die mehr als vierfache Überhöhung. Zusammengenommen bedeutet das eine starke Hochdehnung der Profile. Wird diese rückgängig gemacht, so weichen die Trassen der Bewegungsflächen nur noch ganz unbedeutend von den Trassen der Schichtenflächen ab und verlieren ihre Unwahrscheinlichkeit.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

A. Möserbach, oberer Unkenbach bis zum Schliefbach (Abb. 4).

Hier sind zwischen Liegendem und Hangendem mindestens sieben Schubkeile vorhanden, zusammen also neun Gebirgsstücke (mit den Ziffern 1—9 bezeichnet, die Überschiebungsfläche jedes Gebirgsstückes mit den gleichen römischen Ziffern [Abb. 1—4]). Die Fazies der Gebirgsstücke geht aus der Tabelle S. 83 hervor. Die Lagerungsverhältnisse, annähernd auch die Mächtigkeit, gibt Abb. 4.

1. Im Autochthonen ist die Fazies des Außengebietes entwickelt. Wo Gebirgsstück 2, 3 darauf liegt, fehlen die höheren Teile der Hornsteinknollenkalke und jüngeres, erst wo 3 aufhört, vom Wielandgraben bis zum Schliefbach, folgt noch Suturknollenkalk, der bituminöse Schiefer und roter Oberlias. Auch im Möserbach schaut Suturknollenkalk unter ausgewalztem Oberlias zweifelhafter Zugehörigkeit fensterartig heraus.

2. Besteht hauptsächlich aus meist in Knollenbreccie umgewandeltem Oberlias mit einzelnen Riffkalk-Unterliasbrocken an der Basis und im Möserbach und obersten Unkenbach einem dünnen Belag von Radiolarienhornstein. Auch Hornsteinknollenkalk kommt vor. Mächtigkeit 1 bis 8 *m*. Das Ende beim Wasserfall ist durch die Hangendbewegungsfläche abgeschnitten.

3. Darüber liegen wieder Hornsteinknollenkalke, gelegentlich aus diesen sich entwickelnde rote Kalke mit *Arnioceras ceratitoides* (a_4, ob. T.) an der Basis. Tiefermittelliassische Teile fehlen fast überall, selten ist Lias δ (Knollenbreccien und Suturkalk) unter dem, starkem Mächtigkeitswechsel unterworfenen Oberlias erhalten. Hie und da liegt auf dem Oberlias auch Dogger. In der Regel besteht das Gebirgsstück aus Hornsteinknollenkalken und Oberlias. Mechanische Gründe mögen bewirken, daß über dem Radiolarienhornstein 2 im Möserbach und obersten Unkenbach die ersten Hornsteinknollenkalkbänke fast nur aus Hornstein bestehen, welcher wegen seiner roten Farbe vom Radiolarienhornstein kaum unterscheidbar ist. Dieses aus so altersverschiedenen Teilen gebildete Hornsteinband von höchstens 1 *m* Dicke zeigt besondere tektonische Umwandlungserscheinungen, welche auch sonst im Gebiete bisweilen beobachtet wurden. Es entstehen flache, ellipsoidische, glatte, 1 *dm* bis 1 *m* große Stücke, an deren Entstehung (vielleicht wirbelartige) Drehbewegungen beteiligt sein müssen, und für welche daher die Bezeichnung „Drehling" zutreffender wäre als Quetschling. Das Gebirgsstück endigt unter Radiolarienhornstein 4 mit einer Art Stirnfaltung beim Wielandgraben, unter welcher sattelartig der Suturknollenkalk 1 mit etwas bituminösem Schiefer hervorkommt, Abb. 4. Ein verschleppter Rest des Gebirgsstückes, vollständig in Breccien umgewandelte Hornsteinknollenkalke, graue und rote Knollenkalke, darauf stark ausgewalzter Oberlias, liegt am Schliefbach auf den Hornsteinknollenkalken 1, in beschränktem Aufschluß im Wasserriß links ist auch bituminöser Schiefer 1 zwischengeklemmt.

4. An der durch Breccienbildung im Oberlias 3 und 1 und starke Klüftigkeit im darüber folgenden Radiolarienhornstein überall ausgeprägten Bewegungsfläche muß ebenfalls Fernschub stattgefunden haben, denn sie setzt über die tieferen tektonischen Einzelheiten (Stirnfaltungen in 3

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

und abgetrennte Partie 3 beim Schliefbach) rücksichtslos hinweg. Wir erhalten ein Gebirgsstück, welches nur aus höchstens 2 *m* Radiolarienhornstein besteht, aber vielleicht ist weiter nördlich, außerhalb der bearbeiteten Strecke, ein reicherer Schichtbestand verhüllt oder abgetragen.

5. Einige Dezimeter schichtenparalleler oder brecciöser, auch gelegentlich aussetzender Oberlias mit Riffkalk-Unterlias-Nebengesteins-Brocken, darauf einige Dezimeter mächtiges Band von Radiolarienhornstein.

6. Oberlias mit fremden Einschlüssen, wie in 5, 0—2 *m* mächtig, darauf Radiolarienhornstein (8 *m*), übergehend in mergelige Plattenkalke und Schiefer (zirka 8 *m*). An einer schwer zugänglichen Stelle der linken Talseite des oberen Unkenbaches, bald unterhalb des Wasserfalles, ist die Oberliasknollenbreccie dieses Gebirgsstückes unter dem Radiolarienhornstein seitlich mit Hornsteinknollenkalk verarbeitet, welcher sie schließlich bachaufwärts, teilweise als schichtenparalleles Paket, teilweise in Breccie umgewandelt, in ihrer ganzen Mächtigkeit ersetzt. Die Gesteinspartie bildet nahe ihrem Ende einen Sattel mit fast flachem, nordostfallendem und fast saigerem, südwestfallendem Schenkel und roten Lias-Dogger?-Kalken im Kern. Die Entstehung dieser Besonderheit wird verständlich, wenn man annimmt, daß Überschiebungsfläche 6 durch verschiedene Liasfazies schnitt. Vgl. Abb. 3, Gebirgsstück 2, links, wo die rote Liasfazies an zusammengestauchte Hornsteinknollenkalke grenzt.

7. Kantenbreccie, vorwiegend aus oberrhätischem Riffkalk, mit roten liassischen und Nebengesteinsbrocken, 0—2 *m*. Radiolarienhornstein und braune Plattenkalke und Schiefer auf einige Dezimeter reduziert oder fehlend.

8. Sehr harte Kantenbreccie von Riffkalk und anderen Gesteinen, 0 bis einige Dezimeter, tektonische Lücke, grünliche Plattenkalke 15 *m*.

9. Kantenbreccie mit fremden Einschlüssen ähnlich 7, 0 bis einige Dezimeter, braune mergelige Plattenkalke und Schiefer, übergehend in grünliche Plattenkalke und Schiefer, diese übergehend in graue Plattenkalke.

Gebirgsstück 2 im Möserbach und obersten Unkenbach macht zwischen dem Hornsteinknollenkalk von 1 und 3 oft den Eindruck einer unbedeutenden exogenen Zwischenlage. Hahn 1910 meint sie vielleicht, wenn er S. 366 und 368 von mittelliassischen Fossilnestern spricht. Viel Versteinerungen kann er nicht gefunden haben, da er kein Verzeichnis gibt. Einzelne Mittelliasformen sind zu erwarten, da alle Gesteine der Riffazies vom oberrhätischen Riffkalk bis zum Dogger in der Breccie tektonisch aufgearbeitet wurden. Das Abschneiden des Gebirgsstückes 2 beim Wasserfall durch die hangende Bewegungsfläche wäre eben dann als linsenförmiges Auskeilen gedeutet.

Ganz ähnlich bildet der Oberlias der Gebirgsstücke 5, 6, meist in Knollenbreccie mit Riffkalkbrocken usw. umgewandelt, stellenweise scheinbar auskeilende Zwischenlagen im Radiolarienhornstein, der den Gebirgsstücken 4, 5, 6 angehört.

Am Unkenbach, unterhalb des Wasserfalles, ist die Bewegungsfläche III, welche Gebirgsstück 2 abschneidet, noch eine Strecke weit an Schleppungen und Breccienbildung kenntlich; schließlich hören auch diese Bewegungsanzeichen auf und die Bewegungsbahn versteckt sich bis zum Wielandgraben in scheinbaren Schichtenfugen, große Mächtigkeit der Hornsteinknollenkalke (gemessen 30 *m*) vortäuschend. An diese Art des Mächtig-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

keitsgewinnes ist bei der Angabe Hahns 1910, S. 366, zu denken. 100 *m* ist wohl trotzdem eine etwas reichliche Schätzung.

Auch die Radiolarienhornsteine der Gebirgsstücke 4, 5, 6 erscheinen dort, wo die beiden Breccien (= Riffkalk bis Oberlias-Dogger) der Gebirgsstücke 5, 6 aussetzen, als einheitliches Profil, welches einige Meter mächtiger geworden ist als der Radiolarienhornstein des Gebirgsstückes 6. Dieser allein hat die fast unverkürzte sedimentierte Mächtigkeit behalten.

Versteinerungsarmut und mangelnder petrographischer Gegensatz machen tektonische Wiederholungen in den Gesteinen über dem Radiolarienhornstein so schwer kenntlich, daß die Riffkalk-Kantenbreccie der Gebirgsstücke 7, 8, 9 leicht für sedimentäre Zwischenlagen gehalten werden könnte. Erst sorgfältige Beachtung der Faziesübergänge (man hat kein ungestörtes Vergleichsprofil) führte zu einer wahrscheinlichen Lösung der Tektonik.

Betrachtet man alle diese teilweise aussetzenden, teilweise durch intakte Schichtpakete ersetzten Breccieneinschaltungen (Gebirgsstücke 2, 5—9) für sich, so ergibt sich, daß eigentlich alle qualitativ meist dieselbe Zusammensetzung haben, nämlich Riffkalk bis Dogger in Riffazies[1]) mit Nebengesteinsbrocken. Dagegen besteht ein quantitativer Gegensatz. In Gebirgsstück 2, 5, 6 ist die Hauptmasse eine aus Oberlias hervorgegangene Knollenbreccie, welche Riffkalk und die übrigen Gesteine nur als einzelne Brocken führt. In Gebirgsstück 7, 8, 9 ist die Hauptmasse eine aus oberrhätischem Riffkalk gebildete Kantenbreccie mit spärlicher Beteiligung der übrigen Gesteine. Dementsprechend wird bei der ersten Gruppe die Knollenbreccie oft durch schichtenparallele Oberliaspakete, bei der zweiten Gruppe, besonders in der Fortsetzung über Abschnitt *A* hinaus gegen S, durch schichtenparallele Riffkalktafeln (1—40 *m* mächtig!) ersetzt.

Besonders auffallend ist, daß stellenweise mehrere der brecciösen Zwischenlagen im selben Profil aussetzen können, so daß dann erst recht der Eindruck eines ungestörten Gebirges entsteht.

Andernorts besteht zwischen der Mächtigkeit übereinanderfolgender Schubmassen wieder eine gewisse Wechselbeziehung. Die eine wird auf Kosten der anderen mächtiger, aber die Gesamtmächtigkeit bleibt erhalten, als wenn der zur Verfügung stehende Raum immer ausgefüllt worden wäre.

B. Schliefbach, Schwarzbergklamm, Rottenbach, hinteres und mittleres Fußtal.

Der weitere Zusammenhang ist noch nicht völlig geklärt. Der z. T. brecciöse Riffkalk des Schubkeiles 7 wächst schon im Schliefbachaufschluß auf einige Meter Mächtigkeit an. In der Schwarzbergklamm erreicht er 40 *m* Mächtigkeit. Das Gestein liegt schichtenparallel, trägt stellenweise noch einen Belag von rotem Unterliaskalk und geht nur randlich in Breccie über. Auch an dieser längst bekannten Stelle ist die tektonische Entstehung vollständig klar. Weiterhin bis ins mittlere Fußtal wechseln Riffkalk-Kantenbreccien (mit Brocken der übrigen Gesteine) mit schichtenparallelen Schubkeilen.

---

[1]) In Lias-Dogger ist die Fazies gemeint, welche im Gebiete des oberrhätischen Riffkalkes auf diesen letzteren sedimentiert wurde, vgl. Tabelle S. 83.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Im untersten Teil des hinteren Fußtals[1]) besteht die Breccie fast ihrer ganzen Mächtigkeit nach aus einer schichtenparallelen, intakten Mittel-Oberlias-Masse mit entsprechenden Fossilien, welche seitlich mit Riffkalk-Kantenbreccie verarbeitet ist. Diese Erscheinung wiederholt sich anderwärts in bescheidenerem Ausmaße.

Die Mächtigkeit verringert sich im Unkenbach östlich der Klamm rasch, im Rottenbach allmählich auf 6 *m* oberhalb der Lochtretalm. Gleichzeitig mit dem Mächtigkeitszuwachs gegen die Klamm von O und W verdünnt sich unter dem Riffkalk der Radiolarienhornstein (4, 5, 6) und hört schließlich mit einem einzigen, am Ende zerissenen Bänkchen auf. Im engeren Bereiche der Klamm liegt dann der Riffkalk 7 direkt auf autochthonem Oberlias, selbst Mittellias, da ja Gebirgsstück 2, 3 schon im oberen Unkenbach zu Ende gegangen ist. Im Rottenbach und hinteren Fußtal liegt der Riffkalk 7 auf Radiolarienhornstein (4, 5? 6?), unter welchem aber der autochthone Oberlias-Dogger im Rottenbach weggeschoben ist. Im unteren Teil des mittleren Fußtales[2]) fehlt der Radiolarienhornstein und die „Breccie" liegt direkt auf Mittellias, im oberen Teil des mittleren Fußtales endlich stellt sich unmittelbar unter der Breccie Oberlias-Dogger wieder ein.

Über der Breccie 7 (+8+9? siehe unten) liegen vom Schliefbach ab durch Klamm, Rottenbach und Fußtäler die braunen-grünlichen mergeligen Plattenkalke und Schiefer, welche in den grauen Plattenkalk überleiten. Die Bewegungsflächen im Hangenden des Gebirgsstückes 7 scheinen sich in eine gemeinsame Bahn über der „Breccie" zu scharen. Jedenfalls ist bereits oberhalb des Schliefbaches das Aussetzen des Radiolarienhornsteins zwischen Breccie 7 und 8 zu beobachten, so daß die Breccie des Gebirgsstückes 8 mit der mächtigeren des Gebirgsstückes 7 stellenweise verschmilzt. Möglicherweise gliedert sich weiter gegen S auch noch die Breccie 9 an 7+8.

Jedoch deutet am obersten Ende des mittleren Fußtales in der Nähe der Loferer Alm eine 3 *m* mächtige Riffkalk-Kantenbreccie zwischen grauem Plattenkalk neuerliche Wiederholung der Schichtenfolge an, und es ist noch nicht zu entscheiden, ob dieses Gebirgsstück einem der bereits im Unkenbach festgestellten (8, 9) oder einem noch höheren entspricht.

Folgerungen.

Durch die vorstehende Synthese wurden nur die groben Züge der schichtenparallelen Bewegungsvorgänge erfaßt. Mancherlei versteckte, aber immerhin noch beträchtliche Bewegungen sind dabei vernachlässigt und werden teilweise auch infolge verschiedener Beobachtungsschwierigkeiten (mangelnder Gesteinsgegensatz und Versteinerungsführung, schlechte oder aussetzende Aufschlüsse) unerkannt oder wenigstens ihrer Bedeutung nach verborgen bleiben. Gelegentlich (S. 90—93) wurde auf Reduktion der Gebirgsstücke und Aussetzen gewisser Schichten hingewiesen.

Zweifellos starke Bewegungen haben überall an der Basis der Radiolarienhornsteine der Gebirgsstücke 2, 5, 6, 7 stattgefunden (vgl. IIa,

[1]) Als hinteres Fußtal bezeichne ich die zunächst gleichsohlige Fortsetzung des Rottenbaches bachaufwärts gegen SO.

[2]) Dieses mündet unter steilem Gefälle von SW her in das hintere Fußtal-Rottenbach.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 1, 2). Die Ursache ist der starke Festigkeitsunterschied zwischen dem Hornstein und dem unterlagernden Gestein. Die Bewegung hatte zur Folge, daß die Mergel an der Basis der Radiolarienhornsteine im Bereiche der Aufschlüsse überall weggeschoben wurden. Die darunter folgenden harten Doggerkalke sind in Fetzen zerrissen und nur gelegentlich zu sehen. Dagegen sind die hochmobilen Knollenmergel des Oberlias in 2, 5, 6 die ganze Bewegungsstrecke entlang ausgebreitet und in Knollenbreccie umgewandelt. In 7, 8, 9 sind auch sie aus dem Bereich der Aufschlüsse geschoben und fast nur der Riffkalk als tiefstes Glied der Gebirgsstücke, in Kantenbreccie umgewandelt, erhalten. In 8 spielen harte graue Plattenkalke dieselbe Rolle wie Radiolarienhornstein in den tieferen Gebirgsstücken, nämlich als Walze. Wo solch hartes Gestein über dem Riffkalk fehlt, kann die Breccie mit dem Hangenden schichtungsartig verarbeitet sein (9?), vgl. S. 85.

Die Radiolarienhornsteine über 3 und 1 wurden als besonderes Gebirgsstück 4 angesehen. Darin liegt eine gewisse Willkür. Obwohl der Radiolarienhornstein der Gebirgsstücke 2, 5, 6 nirgends so auffallend tiefere tektonische Formen abschneidet wie der, welcher als Gebirgsstück 4 angesehen wird, könnten die Bewegungsflächen an seiner Basis auch als solche erster Ordnung angesehen werden und dadurch die Zahl der Gebirgsstücke vermehrt werden. Die Beeinflussung des Oberlias-Dogger 3 und 1 im Nordwestgebiet durch die Bewegungsfläche unter 4 ist im Gegensatz zu den Veränderungen unter den analogen Bewegungsflächen unter dem Radiolarienhornstein in 2, 5, 6 sogar eine weniger tiefgreifende. Meist sind nur einige Dezimeter Knollenbreccie vorhanden, gleichwohl harte Doggerkalke nur gelegentlich zu sehen. Im Südostgebiet dagegen ist teilweise (Rottenbach) der Oberlias-Dogger unter dem Radiolarienhornstein 4 vollständig entfernt, teilweise setzt der Radiolarienhornstein selbst aus (mittleres Fußtal). Hier (mittleres Fußtal) ist der einzige Ort im ganzen Arbeitsgebiet, wo in einem winzigen Aufschluß der Mergel über den harten Doggerkalken zu sehen ist, welcher durch allmähliche Zunahme des Kieselgehaltes in den Radiolarienhornstein überführt.

Ganz allgemein ist die durch die Festigkeitsverhältnisse bedingte starke Bewegung an der Basis der Radiolarienhornsteine die Ursache der tektonischen Lückenhaftigkeit und damit der ungenügenden bisherigen Kenntnis des Doggers unseres Gebietes. Vielleicht trifft dies auch für andere alpine Gebiete zu.

Zahllose Abstufungen führen von den Bewegungsflächen erster Ordnung zu denen geringsten Ausmaßes, welche die tektonische Gesteinsumformung erfordert. Auch diese werden in ihrem Betrage bisweilen unterschätzt, das beweisen fremde Einschlüsse in scheinbar wenig durchgearbeiteten Gesteinen, z. B. Hornsteine und Hornsteinkalke in der Oberliasknollenbreccie des Gebirgsstückes 2 im oberen Unkenbach.

Große Schwierigkeiten macht auch die Feststellung der Bewegungsrichtung. Da Rutschstreifen vollständig fehlen, kommt nur das allgemeine Bild des Gebirgsbaues und gleichzeitig mit den schichtenparallelen Bewegungen entstandene Schleppungen und Faltungen in Betracht. Die Wirkungsart der Faziesböschung von Riffkalk zu Knollenkalk im autochthonen oberen Rhät (Kogel und Klamm!) auf die höheren Schubkeile

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

macht eine beträchtliche Komponente senkrecht zur südwest-nordöstlichen Streichrichtung dieser Böschung wahrscheinlich. Ebenso deuten die Schleppungen und Falten am Kogel und in tieferen Teilen des Zentralprofils auf S-SO-Bewegung. Höhere Teile dieses Profils deuten eher auf SO-NO-Bewegung (immer des Hangenden relativ zum Liegenden). Soviel ist sicher, daß diese am Beginn der alpinen Orogenese vor sich gegangenen Bewegungen eine vorwiegende Komponente entgegengesetzt den jüngeren hatten.

Die zeitliche Stellung am Beginn der alpinen Orogenese wird durch die Mechanik der Bewegungsvorgänge gefordert. Diese weitreichenden, annähernd schichtenparallel vor sich gehenden Gleitungen fordern ein flachliegendes, ungefaltetes, unzerbrochenes Gebirge. Bei der Reihenfolge der Schübe untereinander scheint im allgemeinen die Bewegung an den höheren Bewegungsflächen später vor sich gegangen zu sein als an den tieferen, da die tieferen von den höheren abgeschnitten werden, z. B. Fläche II durch III, III durch IV usw. Das kann aber nur ausnahmsweise direkt beobachtet werden (II durch III), sondern folgt mehr aus der Kombination der Aufschlüsse.

Die unerläßliche Voraussetzung der Entstehung so langer und dünner Schubkeile ist aber die Mitbewegung des Hangenden. Es bildet sich eine Ablösungsfläche, welche streckenweise mit einer, durch Festigkeitswechsel der Schichten vorausbestimmten Schichtfläche zusammenfiel. Das ganze darüber folgende Gebirge wanderte nach S—O. Die Entwicklung einer höheren Ablösungsfläche machte der Bewegung des darunter liegenden Gebirges ein Ende. Ein Schubkeil nach dem anderen wurde so vom Hangenden eine Strecke weit mitgenommen und auf den tiefer folgenden gelagert. Die Bewegungsflächen schnitten dabei teilweise durch ursprünglich im N gelegene, in die Juraschichten aufragende oberrhätische Riffe, wodurch Riffkalk und seine jurassische Deckfazies in den Schichtbestand der Keile einbezogen wurden.

Es ist begreiflich, daß sich der Schichtbestand dieser Schubkeile auch innerlich, je nach der Beweglichkeit der Schubglieder, zerlegte, daß Riffkalk zurückblieb, während Lias, besonders der leicht bewegliche Oberlias, weiter vorwärtsgetragen wurde, so daß heute der untere Abschnitt der Schubkeile 2, 5, 6 vorwiegend aus Oberlias, der untere Abschnitt in 7, 8, 9 vorwiegend aus Riffkalk besteht. Vielleicht spielen sich in diesem Gegensatze auch die Faziesveränderungen des ursprünglich weiter N gelegenen, jetzt hereingeschobenen Gebietes wieder. Ebenso geriet im unteren Teil des Gebirgsstückes 6 (nordwestlicher Gebietsteil, S. 91) Hornsteinknollenkalk neben Oberlias mit Riffkalkbrocken und in 7 (südöstlicher Gebietsteil, S. 93) schichtenparalleler Mittel-Oberlias neben Riffkalk. Endlich sind stratigraphische Abschnitte der Keile (Riffkalk 7, 8, 9; Oberlias 5, 6) ganz unterbrochen. In diesem Falle wurde der Hangendabschnitt des Keils vom Liegendabschnitt abgelöst und allein weiterbewegt, während der Liegendabschnitt zerriß. Schließlich können auch ganze Schubkeile (3, Wielandgraben-Schliefbach) oder Schubkeilfolgen (4, 5, 6, Schliefbach-Klamm) durch das Hangende ausgewalzt und zerrissen werden, vgl. Abb. 4. So kann das hangende Gebirgsstück tiefer hinabschürfen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Diese Bewegung brandete gegen die 100 *m* betragende Aufragung des oberrhätischen Riffes im Südostgebiet über das Gebiet der heteropischen bituminösen Knollenkalke im NW. Daher lagerten sich die mächtigen Riffkalkmassen des Gebirgsstückes 7 vor diesen Hang, 8 und vielleicht auch höhere Gebirgsstücke blieben davor stecken. Es ist möglich, daß der verwickelte Überschiebungsbau des Nordwestgebietes nichts als die Vervielfältigung einer großen Überschiebung vor diesem Hindernis darstellt. Höher gelegene Bewegungsbahnen wurden vielleicht nicht mehr davon beeinflußt. Das Ganze vollzog sich in der Tiefe unter einer mächtigen Hülle von Sedimenten, welche durch die Abtragung noch nicht verringert worden war. Ob diese Bewegungsflächen in ihrem weiteren Verlauf bis an die damalige Oberfläche aufstiegen und so zu Überschiebungen im Sinne der Deckenlehre wurden, ist nicht erwiesen.

Betrachten wir die über 1 *km* lange Aufschlußreihe des Nordwestabschnittes (Abbildung 4). Als Mindestbetrag der Bewegung an jeder der Überschiebungsflächen II—IX kann die Länge des Profils angesehen werden. Das ergibt für das Hangendste, als einheitlich angenommene Gebirgsstücke 9, welches wie erläutert alle diese Bewegungen mitgemacht haben muß, einen Mindestbetrag von 10 *km*. Die zufällige Begrenztheit des Aufschlusses, viele nicht erfaßbare Bewegungen lassen das 5- oder 10fache viel wahrscheinlicher erscheinen. Wenn sich die Bewegungen gegen S in eine einheitliche Überschiebung scharen, würde dieser mit einem Betrage von 50—100 *km* der Rang eines deckentheorretischen Fernschubes zukommen.

Das als autochthon bezeichnete Gebirgsstück spielt diese Rolle nur im Bereiche der vorliegenden Untersuchung. Von Hauptbewegungsflächen im unteren Rhät und tieferen Triasstufen ist vorläufig nichts bekannt, aber sie sind immerhin wahrscheinlich. Es ist doch nicht anzunehmen, daß ein so starke Bewegungen verratender Überschiebungsbau gerade mit dem bisherigen Untersuchungsgebiet aufhört. Leicht bewegliche Gesteine sind auch tiefer in der Trias vorhanden.

Dasselbe gilt für die jüngeren Gesteine des Malm und der unteren Kreide. An hundert Meter über der obersten Riffkalkeinschaltung (Gebirgsstück 9) wurden im grauen Plattenkalk brecciöse Lagen beobachtet, an welchen Fernschübe (in meinem Sinne!) vor sich gegangen sein könnten. Hier sind die Aussichten für weitere Arbeit schlechter, da zusammenhängende Aufschlüsse fehlen und Zonenfossilien viel zu selten sind.

Schriftenverzeichnis.

Ampferer, O.: Beiträge zur Morphologie und Tektonik der Kalkalpen zwischen Inn und Saalach. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **75**, S. 19—44, Wien 1925.

Ampferer, O.: Über den Westrand der Berchtesgadener Decke. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **77**, S. 205—232, Wien 1927.

Hahn, F. F.: Geologie der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe, I. II. Teil, mit geologischer Karte. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, **60**, S. 311—420, 637—712, Wien 1910.

Vortisch, W.: Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen, I. Teil. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **76**, S. 1—64, Wien 1926.

Vortisch, W.: Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen, II. Teil. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **77**, S. 93—122, Wien 1927.

Vortisch, W.: Ursache und Einteilung der Schichtung. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **80**, S. 453—496, Wien 1930.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Vortisch Wilhelm

Artikel/Article: Tektonik und Breccienbildung in der Kammerker-Sonntagshorngruppe 81-96