

und größere Teil des Skoglio Stipanska Stücke des Firstes der obersten Hüllen der genannten Falte. Die hier mitgeteilte Skoglientektonik findet ein Analogon in dem vor Jahren von mir aufgezeigten ¹⁾ geologischen Baue jener Skogliengruppe, welche die sich noch über Wasser haltenden Teile des südostwärts in das Meer hinabtauchenden Endes der Zlariner Insalfalte umfaßt.

Dr. Albrecht Spitz †. Beiträge zur Geologie der Kalkalpen von Weyer. (Aus dem Nachlasse.)

1. Die Weyrer Bögen.

Die Analyse des Blattes Weyer (vgl. A. Spitz, Tektonische Phasen in den Kalkalpen der unteren Enns, Verh. d. Geol. R. A., 1916, Nr. 2) hat in mancher Hinsicht Klarheit über das gegenseitige Verhältnis von O—W- und N—S-Bewegungen und ihr Alter gegeben. Aber ich übersehe nicht, daß mit meiner Auffassung auf der einen Seite so viele Probleme neu aufsteigen, als auf der anderen Seite gelöst wurden. Vor allem ist es die Äquivalenz der tektonischen Zonen im westlichen und im östlichen Abschnitt, die bei der Verschiedenartigkeit der Entstehung eine sehr auffallende ist. Auch Geyer hat l. c., S. 97, auf diese Beziehungen hingewiesen. Geht man von S aus, so ergeben sich folgende Analogien: Dem Nordrand der Kaik Hochalpen, hier vertreten durch Haller Mauern im Westen, Buchsteingruppe im Osten, folgend, entspricht

| im Westen | im Osten |
|---|--|
| das Gosaubecken von Spital a. P. | der Gosau von Landl |
| Die Masse des Maierock bei Spital a. P. | jener des Gamsstein bei Palfau |
| die Linie Sauboden—Augustinogel | der Linie Brühl—Altenmarkt? |
| der Wetterstein des Sengsengebirges | den Muschelkalken südlich Hollenstein |
| die Juramulde des Alpenstein | der Juramulde des Pfaffenstein |
| die Hauptdolomitregion des Kreuzeck | der Hauptdolomitregion von Klein-Hollenstein |
| die Muschelkalklinie von Reichraming | der Muschelkalklinie von Weyer |
| die Wettersteinfalte der Gr. Dirn | der Wettersteinfalte des Ennsberg |
| die Mulde von Losenstein | den Mulden von Spindeleben und Tandlberg? |
| der Hauptdolomit von Ternberg | dem Hauptdolomit von Neustift |

In beiden Fällen kommt man dann im Norden in die Klippenzone. Es entspricht jedoch nicht diese Klippenzone der Gosau

¹⁾ F. v. Kerner, Der geologische Bau der Insel Zlarin, der Halbinsel Oštrica und der zwischen beiden gelegenen sieben Skoglien Verhändl. d. Geol. R.-A. 1897.

Gr. Raming—St. Gallen, welche gewissermaßen das Vorland der Weyrer Bögen bildet, weder stratigraphisch, wie wir noch sehen werden, noch, wie wir wissen, tektonisch, da sie ja fast sämtliche Falten des westlichen Abschnittes überdeckt, während die Klippenzone unter ihnen liegt. Wiederum also stoßen wir auf den prinzipiellen Unterschied zwischen östlichem und westlichem Abschnitt, nämlich vor- und nachgosauische Entstehung, und so wird uns klar, daß die analoge tektonische Gliederung beider Abschnitte noch nicht ohne weiteres eine Homologie bedeutet. Es ergibt sich aber eine Erklärung, wenn wir daran denken, daß nach neueren Aufnahmebefunden (Spitz, Kalkalpen zwischen Mödling und Triestingbach, Mitteil. d. Geol. Ges., Wien. XI. Bd., 1918, im Druck) in der östlichsten Fortsetzung des Ostabschnittes im Schwemchattal die Brühl—Altenmarkter Linie ihre heutige Erscheinungsform wahrscheinlich der Wirkung einer jüngeren Bewegungsphase längs einer vorgosauisch angelegten liegenden Falte verdankt. So würde es erklärlich, daß der Ostabschnitt, obwohl später noch einmal geprägt, dennoch alle wichtigen Elemente mit dem westlichen gemeinsam hat.

Auf Schwierigkeiten stößt allerdings auch so die Erklärung der O—W-Bewegung. Wenn man die Entstehung mehrerer paralleler nordwärts gerichteter Faltenzüge zeitlich vorangehen läßt, so wäre als Wirkung einer späteren Längsfaltung ein Faltengitter zu postulieren; ich weiß nicht, inwieweit sich gewisse Erscheinungen, z. B. in der Gegend des Bauernkogels (am Süden des Ennsberges) und bei Altenmarkt a. d. Enns, etwa in diesem Sinne werden auffassen lassen. Sicher ist diese Erscheinung keine allgemeine, wie sie es sein müßte. Auch in anderer Hinsicht ist das tektonische Bild der Karte ein widerspruchsvolles: nach unseren Darlegungen wäre zu erwarten, daß, ähnlich wie im westlichen Abschnitt, so auch bei Waydhofen die NS gerichteten Bewegungen an der Flyschgrenze älter seien als die Bogenbewegungen. Zugunsten dieser Auffassung sprächen manche Züge der Karte: das anscheinende Aufhören der Faltenzüge zwischen Weyrer Linie und Gosau Gr. Raming—St. Gallen an den Enden des Bogens bei Waydhofen und St. Gallen. Andererseits hat man bei den inneren Falten den Eindruck, als ob die O—W streichenden Falten der Gegend von Lilienfeld und Lunz ganz allmählich in die Bogenform umschwenkten. Das gilt zwar, wie schon erwähnt, nicht für die nördlichsten Züge (Flysch- und Klippengrenze), wohl aber für die Weyrer Linie und in noch viel höherem Maße für die weiter innen gelegenen Faltelemente, die den Bogen kaum mitmachen (worauf schon Geyer hingewiesen hat). Eine Erklärung mag möglicherweise in der Richtung gesucht werden, daß die Weyrer Bogenfalte durch eine Abbeugung eines bereits präformierten OW streichenden Faltenbündels entstanden wäre. Auch hier ist die Annahme eines Längsschubes unvermeidlich. Die inneren Falten wurden in viel geringerem Maße abgelenkt als die äußeren, zeigen daher nur geringe Ablenkung im Streichen. Auf diese Weise erspart man das Faltengitter, man versteht aber nicht, weshalb die Fortsetzung der nördlichsten Zone von Ternberg anscheinend so weit im Süden wieder ansetzt. — Das abweichende SO-Streichen des westlichen Abschnittes ließe sich auf zweierlei Weise erklären: erstens als Schleppungserscheinung unter dem Einfluß der

OW-Bewegung oder zweitens, wahrscheinlicher, als Ostende des leichten Bogens, den die Falten zwischen Gr.-Raming und der Kirchorfer Bucht beschreiben.

2. Die Klippenfrage.

Was die Frage der Ueberschiebung der Klippenzone auf die Flyschzone anlangt, so reichen meine Beobachtungen in der Klippenzone bisher noch nicht aus, um eine merkwürdige Erscheinung zu erklären: das häufig nördlich gerichtete Einfallen der Klippen und der nördlichsten Kalkketten (auch des Flysch). Man kennt es aus den karpathischen Klippen, den Klippen bei Wien, dem Höllensteinzug, selbst der „Hallstätter Werke“ bei Herstein. In unserem Abschnitt fällt der Jura der Losensteiner Mulde zwischen Pechgraben n. P. 504 ganz vorwiegend steil gegen Norden. In der Gegend der „Sensenschmiede“ und des ganzen Glasen- und Spadenberges beobachtet man auffallend häufiges NW- und N-Fallen im Flysch, wie Geyers Karte verzeichnet, weiter östlich (gerade westlich des Wortes Wichlbergergut der Spezialkarte) wieder steiles Südfallen. Der Malm des Tanzlehen bei Neustift fällt N, das Konradshaimer Eocän zeigt eine steil nordgeneigte Rutschfläche, in der östlich anschließenden Klippe findet man östlich P. 518 gleichfalls steiles Nordfallen, auf P. 518 selbst flaches Südfallen. Südfallen ist also immer wieder vorhanden, stellenweise sogar ausschließlich herrschend (z. B. zwischen Hainfeld und Alland). Die Zukunft wird entscheiden müssen, welche allgemeinen Gesetze dieses Verhalten bestimmen.

Von größtem Interesse dieses Beziehungen sind die engen faziellen Beziehungen zwischen Flysch und Gosau, auf die Geyer nachdrücklich hingewiesen hat und die man auch aus den nördlichsten Ketten weiter im Osten (Höllenstein) kennt. In der Gosau reichern sich gegen Norden immer mehr sandige Kalkschiefer und schiefrige Inoceramenmergel, vom Charakter der Flyschkreide, und vor allem flyschähnliche Sandsteine an, die Konglomerate werden immer quarzreicher, die feinen polygenen Breccien immer seltener. Dennoch behält die Gosau, als Ganzes betrachtet, immer noch ihre lithologische Eigenart gegenüber dem Flysch, wenn auch im Handstück die Unterscheidung vielfach unmöglich ist. Noch in den nördlichsten Gosauzonen (z. B. in der Losensteiner Mulde, auf der Ostseite des Pechgraben, ferner auf der Südseite der Pechgrabenklippe beim Wort Naglergut der Spezialkarte, namentlich südlich und westlich davon) trifft man echtes Gosaukonglomerat mit viel großen Kalkgeröllen, Porphyngeröllen von Kopfgröße und auch Glimmerschieferbrocken, ferner nicht selten die typischen feinpolygenen Breccien. Beide Gesteine fehlen meines Wissens der echten Flyschkreide vollständig. Im engeren Gebiet des Pechgrabens fand ich allerdings an zwei Stellen ähnliche Gesteine: feine kalkige Breccien und grobe Konglomerate mit viel Kristallin in Verbindung mit grünlichblauen Sandsteinen unmittelbar nördlich der Pechgrabenklippe, bei der „Sensenschmiede“, am besten im Bachbett aufgeschlossen. Sie stehen aber noch im engen Zusammenhang mit der Klippe — erst weiter nördlich folgt die echte Flyschkreide — und können daher als „Klippenhülle“ gedeutet werden, sind mög-

licherweise sogar überhaupt nicht Kreide, sondern Eocän (vgl. das Eocän von Konradshaim in ähnlicher tektonischer Lage, mit dem sowohl die feinen wie die groben an Kristallin reichen Breccien viel Ähnlichkeit haben). Nach Geyer (Jahrb. d. Geol. R.-A. 1909, S. 78) wurde ja im Bereich der Pechgrabenklippe südlich des Gratschergutes schon früher Nummulitenkalk aufgefunden. Das zweite Vorkommen ist nördlich des Glasenberges weit draußen in der Flyschzone gelegen, etwa westlich der Bauerngehöfte „In Zurken“. Auf einem Weg am Waldrand fand ich hier so häufig Lesesteine einer feinen, polygenen Breccie mit kalkigem Zement, daß man nicht mehr an verschleppte Stücke denken kann. Auch hier möchte ich eher an Eocän denken. Jedenfalls habe ich im typischen Kreideflysch, der hier überall prächtig entwickelt und gut aufgeschlossen ist, polygene Konglomerate und feinpolygene kalkige Breccien weder je gesehen, noch sind sie mir auch aus der Literatur bekannt geworden¹⁾. Selbst in reinen Quarzbreccien erreichen in der Flyschzone die Komponenten nie eine solche Größe, daß man von „Konglomeraten“ sprechen könnte.

Auch der Sandstein der Flyschkreide scheint mir ein wenig vom Gosausandstein verschieden. Letzterer ist gewöhnlich kalkiger und geht in die feinpolygene Breccie über. Aber auch die kalkfreien Gosausandsteine sind mehr plattig und ungemein mürbe, so daß es schwer ist, ein unverwittertes Stück zu schlagen; der Sandstein der Flyschkreide dagegen klotzig-grobbankig, hart, mit dünnen Verwitterungskrusten und auf frischem Bruch mehr gelblichgrünlich gefärbt und reich an Muskovit. Es würde nicht überraschen, wenn spätere Untersuchungen eine Altersungleichheit von Flyschkreide und Gosauflysch feststellten.

Ganz identisch scheinen mir in beiden Gruppen die verschiedenen unreinen Kalke, gelbliche, graue, weißliche Inoceramenschiefer und -mergel und feine Quarzbreccien. Auch die weißen splittigen Kalke der Flyschzone (vom Aussehen des Jura) kommen gelegentlich in der Gosau vor.

Im ganzen kann man trotz der erwähnten Unterschiede sagen, daß die Fazies der Flyschkreide aus der Gosaukreide durch Verarmung hervorgeht. Es ist also ganz berechtigt, wenn Geyer für Bildungen innerhalb der Kalkalpen den Namen Kreideflysch verwendet, zumal ja der stratigraphische Begriff „Flysch“ bisher nicht so scharf definiert ist. Dieser Befund erschüttert, wie Geyer hervorhoben, in der Tat außerordentlich die Vorstellung der Deckentheorie, daß Flysch- und Kalkzone durch tiefgreifende Ueberschiebungen getrennt seien. Kobers Meinung, welche die Ueberschiebung der Ostalpen über das Lepontinum in die Zeit vor Ablagerung der Gosau verlegt und den nachgosauischen Bewegungen nur geringere Bedeutung zuerkennt, läßt sich leicht durch die Tatsache widerlegen, daß im Engadiner Fenster — gewiß einem Hauptzeugen der Ueberschiebung

¹⁾ Die feinen, zum Teil auch kalkig gebundenen Quarzbreccien und Konglomerate des Flysch sind mit den polygenen Gesteinen der Gosau nicht zu verwechseln.

von Ostalpin auf Lepontin — Kreide (oder Tertiär) stark vertreten ist (vgl. auch Wienerwaldarbeit, Mitt. d. geol. Ges. in Wien 1910).

Doch möchte ich Geyers Ansicht nicht teilen, daß die Gosaukreide durch Fjorde mit der Flyschkreide verbunden ist. Schon die Kontinuität der Klippen zwischen Waidhofen und dem Pechgraben macht das Vorhandensein einer tektonischen Linie wahrscheinlich, welche beide trennt; in ähnlicher Weise dürfte der „Kreideflysch“ im Süden der Klippenzone — wir wollen ihn Neustifter Gosau nennen — von dem Flysch zwischen den nördlichsten Kalkketten getrennt sein. Ich habe nicht alle entscheidenden Punkte begangen, kann aber doch eine Zahl von Beobachtungen zugunsten dieser Ansicht anführen.

Die Klippe von P. 518 zwischen Waidhofen und Konradshaim kann man gegen Westen bis zu den Posidonienschiefern und dem Eocän verfolgen. Allerdings findet man nur Lesesteine, diese halten sich aber durch die Wiesen und Felder immer in derselben Zone; dazwischen stehen sie beim Haus nördlich des Buchstabens i von Konradshaim am Weg mit flachem Südfallen an. Die Lücke zwischen Posidonienschiefern, bzw. Eocän und der Klippe, auf der der Ort Konradshaim steht, ist so schlecht aufgeschlossen, daß eine Unterbrechung des Klippenzuges hier keineswegs bewiesen werden kann. Ebenso läßt sich die Klippe nach Osten noch ein gut Stück weiter verfolgen bis südlich der Bauernhäuser, welche westlich des Wortes Vordereck der Spezialkarte stehen; sie ist hier in kleinen Gruben in den Feldern gut aufgeschlossen¹⁾. Gegen Osten konnte ich eine Verbindung mit der Klippe von P. 482 westlich von Waidhofen nicht auffinden.

Die Flyschzungen der Karte zwischen den nordöstlich ausstrahlenden Aesten der Pechgrabenklippe (P. 878) möchte ich lieber für mesozoisch halten. Die westliche Zunge besteht aus einer Folge, die in der Tat aus der Ferne täuschend wie ein Wechsel von feinem Flyschschiefer und dicken Sandsteinbänken aussieht; in der Nähe erweist sie sich aber als durchwegs kalkig, vom Charakter schieferiger Fleckenmergel oder Posidonienschiefer. Die schwarzen Tonschiefer steigen sogar noch zwischen die untersten Kalkbänke des Malm hinauf²⁾. An der Basis liegen Quarzite, die zu den Grestener gehören dürften; die einzelnen flyschähnlichen Sandstein-Lesestücke, die man hier findet, wird man demnach auch besser zum Lias ziehen. Der geknickte Verlauf der Klippe auf der Karte erscheint mir nicht als „Scharung“, analog den südlichen Kalkfalten, sondern als Werk der Erosion bei flacher Lagerung. Die östliche Zunge besteht aus schwärzlichen, plattigen, sandigen Kalken, die mir als ein flaches Fenster der Grestener

¹⁾ Die Karte bezeichnet die Klippe als Neokom. Auf P. 518 jedoch fand ich in dem kleinen Steinbruch unten konglomeratischen Malmkalk, darüber Schiefer und Schiefermergel vom Aussehen der Posidonienschiefer, höher schwärzliche Plattenkalke; wahrscheinlich gehört alles zum Malm. Die kleinen Aufschlüsse im Osten zeigen viel Hornstein.

²⁾ Dagegen möchte ich die Posidonienschiefer der Karte bei Streichenhof im Pechgraben für schieferige Inoceramenmergel halten und jene vom Unter-Braunberger nördlich Neustift für Flyschschiefer, die mit Sandsteinen wechsel-lagern, das Ganze ist vielleicht Eocän?

Unterlage erscheinen. Aehnliche Kalke und Kalkschiefer vom Aussehen der Posidonienschiefer verbinden unsere Klippe mit jener des Arthofberges südlich des Wortes Dichlbergergut der Karte; dort, wo das Bauerngehöft steht, ist ganz sicher heller Kalk vom Aussehen des Malmkalkes vorhanden.

Auch gegen Westen setzt sich die Pechgrabenklippe noch ein Stück weit fort. Ich konnte sie bis in den Graben südlich des Wortes „Pech“-graben der Karte verfolgen. Hier trifft man unter dem Hauptdolomituzug von Ternberg einen bunten Wechsel von flach S fallenden Hornsteinen, schwärzlichen (Lias?-) Mergeln und Kalken und hellen (Aptychen-) Kalkmergeln; nur eine dünne Zwischenlage von Sandstein deutet eine Teilung an. Die Klippe schmiegt sich also hier direkt den Kalkalpen an.

Den Zusammenhang der Hauptdolomitzone von Ternberg mit dem Jurakalk von P. 701 beim Naglergut zeigt unser Kärtchen; es ist nur eine einzige schlecht aufgeschlossene Wiese von einigen Metern Ausdehnung, wo sich der Zusammenhang nicht beweisen läßt.

An anderen Stellen wird sich vielleicht noch mancher Zusammenhang in den schlecht aufgeschlossenen Wiesen auffinden lassen; auch wenn das nicht der Fall sein sollte, so ist man meiner Meinung nach nicht berechtigt, aus einer Unterbrechung der Klippen durch unaufgeschlossene Wiesenflächen tektonische Schlüsse zu ziehen. Auch kleine Querverschiebungen können hier im Spiel sein und ganz beträchtliche scheinbare Unterbrechungen bewirken.

Ich möchte also — vorbehaltlich weiterer genauer Untersuchungen — für wahrscheinlich halten, daß alle diese Klippen eine eigene tektonische Zone bilden, ähnlich wie es sich für viele von ihnen im Osten herausgestellt hat (vgl. Wienerwaldarbeit). In stratigraphischer Beziehung schließen sie sich eng an die Ostalpen an, besonders auch durch das Vorhandensein von echter Gosau, wie oben ausgeführt. Höchstens das Vorkommen von konglomeratischem Malm und Gault scheint einen eigenen Charakter darzustellen, doch dürfte nach den Berichten Geyers ersteres auch in den südlicheren Ketten der Kalkalpen vorkommen. Die Klippenzone der Ostalpen erweist sich so mehr und mehr als die tiefste ostalpine Schuppe, ein Ergebnis, zu dem auch Ampferer für die Algäuer Alpen gelangt ist. Es wird interessant sein, festzustellen, was im Westen aus der Kieselkalkzone geworden ist, ob sie etwa vollständig in den Grestener Schichten der Klippen aufgeht.

Literaturnotizen.

F. Trauth. Das Eozänvorkommen bei Radstadt im Pongau und seine Beziehungen zu den gleichalterigen Ablagerungen bei Kirchberg am Wechsel und Wimpassing am Leithagebirge. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturwiss. Klasse, 95. Bd. (1918), S. 171—278. Mit 5 Tafeln und 5 Textfiguren.

Die vorliegende Arbeit stellt eine umfangreiche, sehr gründliche und sorgfältige stratigraphische und paläontologische Monographie der räumlich äußerst