

die ganze Förderweite, da die Berechnung erst beim südlichen Fenster-rahmen des Hornbachfensters beginnt, bis dahin aber auch eine Überschiebung stattgefunden haben muß, deren Größe wir nicht kennen.

Es ergibt sich so für die Lechtaldecke im östlichen Allgäu eine Mindestförderweite von 20 km, das dreifache dessen, was Hahn errechnet hat.

Weiter westlich ist die Förderweite aber sicher erheblich geringer anzusetzen, also etwa von den Bergen der westlichen Hornbachkette an. Dort versteilt sich die Schubfläche rasch und liegt nicht mehr flach (westl. von Kratzer—Mädelegabel), wie die Verhältnisse südlich des Allgäuer Hauptkammes zeigen, wo bei flacher Schubbahn das Schochental ein Fenster sein müßte. Der Hauptdolomit des Allgäuer Hauptkammes (Stirnrand der Lechtaldecke) ist so vielleicht nur als der südlich auf die große Allgäuer Juramulde folgende Sattel, allerdings dieser Mulde überschoben, aufzufassen. Diese Ansicht wird noch dadurch wesentlich gestützt, daß Schubchollen tieferer Gesteine, die doch gerade die Bedeutung einer großen Schubfläche anzeigen, etwa vom Hochvogelgebiet an gegen SW nirgends mehr auftreten, während sie gegen NO zu in großer Zahl vorhanden sind.

Erst von der Kemptner Hütte an nach Osten holt die Lechtaldecke zu ihrem großen Schub nach Norden aus. Das hängt aufs engste mit dem Untertauchen der helvetischen Zone nach Osten zusammen; erst wo diese untertaucht, stoßen Allgäu- und Lechtaldecke weit nach Norden vor.

Das zeigt deutlich genug, daß die helvetische Zone beim Herankommen der oberostalpinen Decke bereits gefaltet war, die Kulmination zwischen Rhein und Iller wirkte stauend auf die oberostalpine Decke ein. Die Schuppen der Allgäu- und Lechtaldecke konnten sich hinter der Kulmination nicht frei entfalten und sind aufs engste aneinandergestaut (im hinteren Bregenzerwald). Erst mit dem Untertauchen der Kulmination stoßen Allgäu- und Lechtaldecke in freier, ungehemmter Entfaltung weit gegen Norden vor.¹⁾

So muß die heutige Kulmination zwischen Rhein und Iller — angezeigt durch das Achsensteigen der Falten zur Bregenzerach hin sowohl vom Rhein wie von der Iller her und weiter angezeigt durch das Juragewölbe der Canisfluh — schon damals beim Heranrücken der oberostalpinen Decke vorhanden gewesen sein.

Bonn a. Rh., 15. März 1923.

Dr. L. Kölbl. Über Querstörungen der Voralpen am Rande des Wiener Beckens.

Lange Zeit hindurch wurde den Querstörungen der Alpen geringe oder gar keine Beachtung geschenkt und erst neuerdings beginnt sich das Interesse auch diesen Fragen zuzuwenden. Im folgenden soll in einer kurzen Mitteilung über verschiedene Beziehungen solcher Querstörungen zueinander und zu dem allgemeinen Gebirgsbau berichtet

¹⁾ Mit dieser Auffassung befinde ich mich im Einklang mit den Ansichten von O. Ampferer. Vgl. dessen Arbeit: Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1914.

werden, deren Erkenntnis sich aus gelegentlichen Begehungen des Alpenrandes, der Flyschzone und der Kalkvoralpen ergab.

Versucht man die einzelnen tektonischen Einheiten der Flyschzone, wie sie etwa von Friedl¹⁾ unterschieden wurden, weiter nach Westen zu verfolgen, so kann man an der Klippendecke folgende Beobachtungen machen. Ungefähr bis zur Linie Kalksburg—Purkersdorf läßt sich die Klippendecke ohne weiteres verfolgen. An dieser Linie hebt sie sich aber gegen Westen heraus, eine Erscheinung, die ja bereits Friedl²⁾ festgestellt hat. Besonders der äußere Klippenzug läßt dies deutlich verfolgen. Nun fehlen auf einer Strecke von 15 bis 20 km die Gesteine der äußeren Klippendecke vollständig und erst am Nordhang des Schöpfls stellen sie sich wieder ein. Von dort aus lassen sie sich in schöner Weise bis in die Gegend von Rohrbach verfolgen. Das ganze zwischen Schöpfl und Purkersdorf gelegene Gebiet wird von den Gesteinen der nächst tieferen tektonischen Einheit, von der Wienerwaldecke, gebildet.

Dem Gefälle der Klippendecke an der Linie Kalksburg—Purkersdorf nach Osten entspricht am Nordhang des Schöpfls ein solches nach Westen, während die dazwischenliegenden Teile bereits der Erosion anheimgefallen sind.

In diesem eigenartigen tektonischen Verhalten der Klippendecke kommt eine flachwellige Auffaltung der Flyschdecken zum Ausdruck, deren Achse ungefähr NW—SO streicht und deren Antiklinalregion dem Gebiet entspricht, in dem die Klippendecke bereits wegerodiert ist.

Versuchen wir die Frage zu beantworten, ob diese Querfaltung die Flyschzone allein betroffen hat oder ob sie sich auch in den angrenzenden Zonen der Kalkalpen und des tertiären Vorlandes nachweisen läßt, so ergeben sich bemerkenswerte Beziehungen.

In der südlich anschließenden Zone der Kalkvoralpen treffen wir genau in der Verlängerung der Antiklinalregion das bekannte Fenster von Sattelbach im Schwechattale, welches von Kober³⁾ aufgefunden und beschrieben wurde. Das Auftreten dieses Erosionsfensters in der Verlängerung des Sattels der Querfalte spricht eine deutliche Sprache dafür, daß auch der Deckenkomplex der Kalkvoralpen von der flachwelligen Querfaltung betroffen worden ist. Zahlreiche andere Beobachtungen, die zum Teil auch schon von Spitz⁴⁾ festgestellt wurden, bekräftigen diese Anschauung.

Verfolgen wir nun diese zuerst im Gebiet der Flyschdecken erkannte Querfaltung weiter nach Norden bis in das tertiäre Vorland, so konnte sie dort bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden. Die zahlreichen Störungen, die dort auftreten, gehören, wie weiter unten gezeigt wird, einem jüngeren System an. Wohl aber ließ sich eine eigenartige

1) K. Friedl. Stratigraphie und Tektonik des östlichen Wienerwaldes. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien, 1920.

2) K. Friedl l. c. p. 73.

3) L. Kober. Untersuchungen über den Aufbau der Voralpen am Rande des Wiener Beckens. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien, 1911.

Auch: A. Spitz. Die nördlichen Kalkketten zwischen Mödling und Triestingbach. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien, 1919.

4) A. Spitz l. c.

Beziehung zur tertiären Sedimentation erkennen. In dem Raume, der in der Flyschzone vornehmlich durch das Fehlen des äußeren Zuges der Klippendecke charakterisiert ist, kam es im tertiären Vorland zur Bildung von mächtigen Konglomeratanhäufungen, die seit den Studien O. Abels¹⁾ allgemein als Buchbergkonglomerat bezeichnet werden.

Dieses Konglomerat findet sich nur vor der Antiklinalregion der Emporwölbung und wird sowohl gegen Osten als auch gegen Westen in dem Maße durch die gewöhnlichen Sande des Vorlandes ersetzt, in dem die beiden Schenkel des Quersattels sich allmählich senken. In der Flyschregion sind diese Grenzen durch das Aufhören und Wiederbeginnen der äußeren Klippendecke besonders scharf hervortretend.

Ich stehe daher nicht an, die Bildung des Buchbergkonglomerates mit der eben geschilderten Querfaltung in genetischen Zusammenhang zu bringen.

Nach O. Abel²⁾ „scheint das Buchbergkonglomerat eine Aufschüttung durch einen aus der Flyschzone kommenden Fluß zu sein, welcher in das Tullner Becken einmündete“. Auch Vettters³⁾ und Götzing³⁾, denen wir eine genaue Aufnahme dieses interessanten Gebietes verdanken, kommen zu dem gleichen Ergebnis. Dieser Deutung als Flußaufschüttung möchte auch ich mich vollkommen anschließen, mit dem Bemerkens, daß die gesteigerte Erosionstätigkeit des Flusses, die sich in der Anhäufung des Konglomerates zu erkennen gibt, hervorgerufen wurde durch die langsame Emporwölbung seines Hinterlandes.

Auch die Zusammensetzung des Buchbergkonglomerates, das in der Hauptmasse aus Flyschgesteinen besteht, daneben aber auch nicht selten Kalkgeschiebe enthält, steht nicht in Widerspruch mit der oben dargelegten Auffassung.

Der erkannte Zusammenhang zwischen Querfaltung und Konglomeratbildung gibt uns aber die Möglichkeit, der Frage nach dem Alter der Querfaltung näherzutreten.

Zweifelloos ist die Querfaltung einerseits jünger als die Überschiebung der kalkalpinen Decken auf den Flysch und als die Bildung der Flyschdecken selbst, da ja der ganze Deckenkörper der Kalkalpen und des Flysches von der Aufwölbung ergriffen wurde. Andererseits ist die Querfaltung älter, beziehungsweise gleich alt mit dem Buchbergkonglomerat und ferner ist sie auf jeden Fall älter als die Überschiebung der Flyschdecken über die Molasse, da ja, wie die Detailaufnahmen von Götzing³⁾ und Vettters³⁾ gezeigt haben, das Buchbergkonglomerat in diese Störungen mit einbezogen erscheint.

Die Deckenbildung, die uns eine untere Grenze der Altersbestimmung ermöglicht, vollzog sich in diesem Gebiet im großen und ganzen

1) O. Abel. Studien in den Tertiärbildungen des Tullner Beckens. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1903. Band 53.

2) O. Abel, l. c. pag. 103.

3) Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Jahresbericht des Direktors, 1921, 1922, 1923, H. Vettters. Zur Altersfrage der Braunkohlen von Starzing und Hagenau bei Neulengbach. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1922.

G. Götzing³⁾ und H. Vettters. Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogl, seine Abhängigkeit vom Untergrund in Gesteinsausbildung und Gebirgsbau. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1923, Band 73

während des Oligozäns. Die Überschiebung des Flysches über die Molasse und die Schuppung der Grenzregion dürfte während des unteren Miozäns erfolgt sein. Als zeitliche Grenzen für die Querverfaltung erhalten wir daher Ende Oligozän bis unteres Miozän. Über das Alter des Buchbergkonglomerates, das in seinen oberen Partien gleich alt mit der Aufwölbung sein müßte, sind die Meinungen noch geteilt.

Abel nimmt für dieses Konglomerat ein unter- und mitteloligozänes Alter an, während die neuen Untersuchungen von Götzing und Vettters es wahrscheinlich gemacht haben, daß es bis ins untere Miozän reicht. Ein oligozänes bis untermiozänes Alter müßte aber auch auf Grund der tektonischen Erwägungen gefordert werden.

Immerhin sei es als vorläufig feststehende Erkenntnis nochmals hervorgehoben, daß die Querverfaltung sich nach Vollendung der Hauptdeckenbildung und vor der Überschiebung und Schuppung der Molasse durch den Flysch vollzog.

Eine zweite Art von Querstörungen, die wir in dem untersuchten Gebiet feststellen können, sind jene, die in der Literatur bisher als „Querbrüche“ beschrieben wurden. R. Jaeger¹⁾ hat sie zuerst am Außenrand der Flyschzone erkannt und Friedl²⁾, Vettters und Götzing³⁾ haben sich dann näher mit ihnen beschäftigt.

Namentlich in der neuesten Detailuntersuchung des Alpenrandes zwischen Neulengbach und Kogl ist es Götzing und Vettters gelungen, eine ganze Reihe derartiger im allgemeinen NW—SO streichender Störungen nachzuweisen. Bezüglich der Einzelheiten dieser Störungen sei auf die Darstellung von Götzing und Vettters⁴⁾ verwiesen. Von besonderer Wichtigkeit scheint mir die Feststellung zu sein, daß es sich bei diesen Querstörungen um zweierlei Typen handelt. Einmal um regelrechte Abbiegungen der einzelnen Zonen, um Querbiegungen oder Querverbiegungen, wie Vettters und Götzing diesen Typus bezeichnen, und dann um einzelne Klüfte, Blattverschiebungen, die scheinbar in Begleitung der Querverbiegungen auftreten.

Besonders die Störungen der ersten Art, die Querverbiegungen, lassen deutlich erkennen, daß sie als Reaktion eines Zusammenschubes in der Längsrichtung des Gebirges aufzufassen sind. Auch unter den Klüften dürften nicht alle reine Zerrungsklüfte sein. Nach verschiedenen Beobachtungen über Lage der Kluft, Rutschstreifen u. dgl., die allerdings im Raume südlich des von Götzing und Vettters untersuchten Gebietes und in den Kalkvoralpen gemacht wurden, scheinen die Klüfte in vielen Fällen steilstehende Überschiebungen darzustellen, derart, daß durch die Bewegung an ihnen gleichfalls eine, wenn auch geringe Verkürzung in der Längsrichtung des Gebirges erzielt wurde.

Bezüglich der Fortsetzung dieser Störungen ins Innere der Flyschzone scheinen sich Götzing und Vettters der Ansicht Friedls an-

¹⁾ R. Jaeger. Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung der Flyschbildungen des Wiener Waldes. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien 1914.

²⁾ K. Friedl. Über die Bedeutung der den Außenrand unserer Flyschzone durchsetzenden Querbrüche. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1922.

³⁾ Vettters, Götzing l. c.

⁴⁾ Götzing und Vettters: Der Alpenrand u. s. f. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1923, pag. 21.

zuschließen, wonach die Störungen mehr oder weniger auf den Außensaum beschränkt bleiben und gegen das Innere zu allmählich verschwinden. Hierbei muß man sich allerdings vor Augen halten, daß die Feststellung dieser Störungen, namentlich der Querverbiegungen, wohl am besten nur an der Flysch-Tertiärgrenze möglich ist, wo sie ja zum Teil schon morphologisch erkennbar werden. In den schlecht aufgeschlossenen inneren Teilen des Wienerwaldes dürfte es schwer fallen, derartige Querverbiegungen aufzufinden und zu verfolgen.

Wohl aber sind die Begleiter der Querverbiegungen, die Klüfte und Sprünge auch im Inneren der Flyschzone und in den Kalkvorpalpen zu beobachten. Auch in diesen Teilen ordnen sie sich im allgemeinen in nordwest-südöstlicher Richtung an und zeigen oft Harnische, Rutschstreifen und Quetschzonen, die die oben dargelegten Anschauungen bekräftigen. In den Kalkvorpalpen hat A. Spitz einige der größeren dieser Störungen bereits erkannt und auf seiner Karte zur Darstellung gebracht. Das Vorhandensein dieser Störungen nicht nur am Rande, sondern auch im Innern¹⁾ der Flyschzone und in den Decken der Kalkvorpalpen legt aber den Schluß nahe, als Ursache nicht lokale Unebenheiten des Untergrundes, sondern einen regional wirkenden Zusammenstau in der Längsrichtung anzunehmen.

Götzinger und Vettters haben sich in ihrer letzten Arbeit dafür entschieden, die Unebenheiten des Untergrundes für die Entstehung der Querstörungen verantwortlich zu machen und bezeichnen eine derartige Tektonik als „superinplanisch“. Wie schon aus dem Vorhergesagten hervorgeht, vermag ich mich dieser lokalen Deutung der Querstörungen nicht anzuschließen und ich glaube auch, daß eine Reihe von Beobachtungstatsachen gegen dieselbe sprechen.

Zunächst ist in einer Entfernung von ungefähr 12 km von der letzten Querstörung (Reiserhof), die Vettters und Götzinger beschrieben haben, eine Tiefbohrung bekannt,²⁾ die bei Kapellen niedergbracht wurde und bei 742 m noch in tertiären Schichten blieb. Auch aus den anderen Bohrungen, die Petraschek bekannt gemacht hat, zeigt sich, daß das Vorland ziemlich rasch und tief unter den alpinen Deckenkörper unter sinkt. Ferner sind Störungen, die dem gleichen System angehören, auch in den kalkalpinen Decken vorhanden, in denen sich allfällige Unebenheiten des Untergrundes wohl kaum mehr bemerkbar gemacht haben dürften. Die Wahrscheinlichkeit also, daß der Untergrund in geringer Tiefe gelegen sei und daher seine Unebenheiten von Bedeutung für die Tektonik gewesen sein könnten, scheint ziemlich gering zu sein.

Auch den verschiedenen kristallinen Blöcken, Scherlingen u. dgl. dürfte keine allzugroße Beweiskraft beigemessen werden. Haben wir es doch hierbei, wie schon Petraschek³⁾ betont hat, mit einer regionalen Erscheinung zu tun, die sich von der Schweiz bis in die Karpathen

1) Nebenbei sei bemerkt, daß auch einzelne Täler ihren Verlauf derartigen NW—SO gerichteten Störungen zu verdanken scheinen.

2) W. Petraschek: Zur Frage des Waschberges und der alpin-karpathischen Klippen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1914.

3) W. Petraschek l. c. pag. 146.

verfolgen läßt. Und gerade in diesem Gebirge sind auch aus den inneren Teilen Bohrungen bekannt, die die tiefe Lage des Untergrundes aufzeigen.

Götzinger und Vettters betonen selbst, daß durch die herandrückenden Alpen immer weitere Teile der böhmischen Masse in die Tiefe gezogen wurden. Gleichzeitig lassen sie aber in geringer Entfernung der überwältigten Vorlandsteile einen neuen kristallinen Rücken auftauchen, den sie als „comagenischen Rücken“ bezeichnen. Dies ergibt, regional betrachtet, eine Tektonik, die durchaus nicht arm an inneren Widersprüchen ist.

Doch es ist nicht Zweck der vorliegenden Bemerkungen, diese Widersprüche, die in neuerer Zeit ähnlich auch von C. W. Kockel vertreten werden, weiter zu verfolgen. Es mag nur nochmals betont werden, daß die Ursache der Querstörungen wohl nicht in lokalen Unebenheiten des Untergrundes, sondern in einem regional wirkenden Zusammenschub quer zur Richtung der Deckenbildung gesucht werden muß.

Auch bei dieser Gruppe von Störungen regt sich nun vor allem die Frage nach der zeitlichen Begrenzung.

Sowohl im Gebiet des Flysches, als auch in den angrenzenden und zum Teil mit dem Flysch verschuppten tertiären Ablagerungen lassen sich, wie Götzinger und Vettters gezeigt haben, diese Störungen nachweisen. Wir sind daher gezwungen, sie als jünger als die Überschiebung des Flysches auf die Molasse zu betrachten. Hiemit wäre eine zeitliche Begrenzung nach unten ermöglicht.

Anhaltspunkte für eine obere Grenze danken wir den Beobachtungen, die Vettters¹⁾ im Waschberggebiet machte. Aus seinen dortigen Untersuchungen ergibt sich, daß diese Querstörungen älter sind als der Einbruch der Korneuburger Senke.

Die Bildung des oben geschilderten Störungssystems erfolgte daher nach der Überschiebung des Flysches auf die Molasse und vor dem Einbruch der Korneuburger Senke.

Und damit haben wir einer dritten Gruppe von Querstörungen Erwähnung getan, die in dem untersuchten Gebiet beobachtet werden kann.

Die Begrenzungslinien der Korneuburger Senke, die Randlinien des inneralpinen Wiener Beckens zeigen, um nur die größten hervorzuheben, die allgemeine Richtung dieser Störungen an, wobei zu bemerken ist, daß der Einbruch der Korneuburger Senke wohl nur als Vorbote des Einbruches des Wiener Beckens aufzufassen ist.

Man hat sich gewöhnt, bei diesem System von Störungen immer von „Brüchen“ zu sprechen, an denen das Wiener Becken „eingebrochen“ sei. Eine Reihe von Beobachtungen scheint aber zu zeigen, daß es sich, primär wenigstens, auch beim Einbruch des Wiener Beckens um eine große Querabiegung des Alpen-Karpathenbogens handelt, ähnlich den kleinen im Alpenvorland beobachteten. Auch bezüglich des Senkens der einzelnen Schollen scheinen Neuuntersuchungen

¹⁾ Vettters, Jahresbericht der geologischen Bundesanstalt für das Jahr 1921 Verh. d. geol. Bundesanstalt 1922, p. 17.

notwendig. Manche Beobachtungen, die ich in letzter Zeit über die Lagerungsverhältnisse tertiärer Sedimente machen konnte, Tatsachen morphologischer Art, wie die verschieden hohe Lage der Terrassen am Alpenrand und im Leithagebirge, scheinen dafür zu sprechen, daß nicht so sehr der Boden des Wiener Beckens sich gesenkt hat, sondern daß eher die Randgebirge gehoben wurden. Da aber zur Klärung dieser Verhältnisse, die in erster Linie die Tektonik des Tertiärs betreffen, noch weitere Studien nötig sind, mögen die vorläufigen Andeutungen genügen.

Hervorzuheben wäre nur, daß auch die Hauptbewegungen an diesem Störungssystem nach einer Bewegung erfolgten, die in gleicher Richtung wie die Deckenbildung des Flysches, wie die Überschiebung des Flysches über die Molasse wirkte und zur Aufrichtung der Grunderschichten geführt hat.¹⁾

Überblickt man die bisher geschilderten Systeme von Querstörungen ihrer Art und Altersstellung nach, so ergeben sich bemerkenswerte Tatsachen. Ein Abwechseln zwischen Verkürzungen in der Quer- und Längsrichtung des Gebirges, wie es etwa vor Jahren schon von O. Ampferer²⁾ theoretisch gefordert wurde, ist der am stärksten hervortretende Charakterzug.

Das bisher Gesagte zusammenfassend, erhalten wir für die Gliederung der einzelnen Störungen etwa folgendes Bild:

Längsstörung: Überschiebung der Kalkalpen auf den Flysch; Bildung der Flyschdecken.

Querstörung: Querfallung (Buchbergkonglomerat).

Längsstörung: Überschiebung des Flysches auf die Molasse; Verschuppung mit den Vorlandsschichten.

Querstörung: Querverbiegungen.

Längsstörung: Weiterer Zusammenschub in N—S. (Steilstellung der Grunderschichten).

Querstörung: Querverbiegung des alpin-karpathischen Bogens; Einbruch des Wiener Beckens).

Daß dem Zusammenstau des Gebirges in der Richtung quer zur Deckenbildung eine weitere, regionale Bedeutung zukommt, hoffe ich später zeigen zu können.

¹⁾ W. Petraschek. Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrand. Jahrb. d. Geol. Staatsanstalt 1921.

²⁾ O. Ampferer. Über den Wechsel von Fall- und Schubrichtungen beim Bau der Faltengebirge. Verh. d. Geol. Reichsanstalt 1915.