

Einiges über Gebirgsbau und Gebirgsbewegungen.

Von

Prof. Dr. F. Wähner.

Vortrag, gehalten den 5. Januar 1916.

(Mit Lichtbildern.)

Mit 5 Tafeln.

Man spricht vom Bau eines Gebirges und versteht darunter einmal seine Zusammensetzung (seinen Aufbau) aus verschiedenen Gesteinen und aus Schichtengruppen verschiedenen Alters, sodann — und das ist der Bau (die Tektonik) im engeren Sinne — die Lagerungsverhältnisse, welche jene Gesteine, jene Schichtengruppen darbieten, die Lageveränderungen, welche sie durch die Gebirgsbildung gegenüber der ursprünglichen Lagerung erfahren haben. Diese Lageveränderungen bezeichnet man als Störungen (Dislokationen). Der Geologe untersucht die Lagerungsverhältnisse eines Gebietes, er sucht das Vorhandensein und die Beschaffenheit von Störungen festzustellen und schließt aus der Art der Störungen auf die Art der Bewegungen, von denen die Gesteine ergriffen worden sind.

Der Vortrag konnte sich auf eine Reihe von auf der Tafel entworfenen Zeichnungen und auf eine größere Zahl von Lichtbildern stützen, von denen hier, wie verständlich, nur ein sehr kleiner Teil wiedergegeben werden kann. Deshalb und mit Rücksicht auf die gebotene Kürze sind im Nachfolgenden grundsätzlich alle Hinweise auf bestimmte Vorkommnisse weggelassen. Nachweise über neue Beobachtungen werden an anderer Stelle erbracht werden.

Wie können wir nun auf solche „Gebirgsbewegungen“ schließen? Haben wirklich die bereits fertigen festen Gesteine gebirgsbildende Bewegungen durchgemacht? Oder ist das nur eine andeutende Art, über Vorgänge, über Ereignisse zu sprechen, über die wir zwar Vermutungen, theoretische Anschauungen uns gebildet haben, aber keine Erkenntnis besitzen?

Es soll nicht geleugnet werden, daß auf diesem Gebiete der Wissenschaft manchmal Hypothesen aufgestellt werden, die vor nüchterner Beurteilung nicht standhalten können. Wir wollen aber gerade prüfen, worauf wir bauen können, um zu wirklichem Wissen, zum Erkennen des Tatsächlichen zu gelangen.

Da kommen wir nicht zum Ziele, wenn wir uns der Einbildungskraft anvertrauen und von dem großartigen allgemeinen Bilde aus, das uns diese vorgaukelt, an die Erscheinungen herantreten, sondern wir müssen bescheiden und gewissenhaft den entgegengesetzten, minder romantischen, oft mühsamen, aber sichereren Weg gehen, indem wir möglichst viele Einzelercheinungen durch Beobachtung festzustellen und aus ihrer erklärenden Verknüpfung die allgemeineren Gesetze abzuleiten suchen. Ich möchte Sie nun einladen, mich für eine Weile auf solchem Wege zu begleiten und an einer Auswahl von naturgetreuen Bildern zunächst sehen zu lernen, was man an den kleinen künstlichen Aufschlüssen von Steinbrüchen und an den großen natürlichen Aufschlüssen, welche die felsigen Gehänge und Felswände im Gebirge bieten,

von den Lagerungsverhältnissen der Gesteine zu beobachten vermag.

Wir können keine Einsicht in Lagerungsstörungen, die wir hauptsächlich kennen lernen wollen, gewinnen, ohne uns vorher mit der ruhigen, ursprünglichen Lagerung der Gesteine befaßt zu haben. Da tritt uns sogleich eine ungemein wichtige grundlegende Erscheinung entgegen: die Schichtung. Sie kennzeichnet eine große, weit verbreitete Gruppe von Gesteinen, die durch allmählichen Absatz (Ablagerung) zu meist in Wasseransammlungen, besonders im Meere, teilweise auf trockenem Lande, entstanden sind und deshalb als Absatz-(Sediment-)Gesteine oder (nach jener Erscheinung) auch als Schichtgesteine bezeichnet werden. Solche Gesteine sind in ausgedehnten, von parallelen, annähernd ebenen Flächen begrenzten (tafel- oder plattenförmigen) Körpern, den Schichten oder Bänken angeordnet, die nach ihrer schrittweisen Bildung, ihrem Alter übereinander liegen. Es ist merkwürdig, daß das Wesen der Schichtung trotz ihrer großen Bedeutung — die allerdings nicht immer entsprechend gewürdigt wird — noch wenig erforscht ist und häufig verkannt wird.

Vor Jahren hatte ich Gelegenheit, in diesem Kreise über die Schichtung und ihre Entstehung ausführlicher zu sprechen.¹⁾ Heute mag es genügen zu sagen, daß

¹⁾ Über Gesteinsschichtung und ihren Einfluß auf die Gestaltung der Landschaft. Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. in Wien, XXXVII, 1897, S. 435—455.

die Schichtung auf Wechsellagerung beruht, auf der Aufeinanderfolge von Absätzen verschiedener Beschaffenheit, die gewöhnlich der Verwitterung und der Abtragung ungleichen Widerstand entgegensetzen. Zumeist handelt es sich um den regelmäßigen Wechsel eines härteren oder festeren und eines weicheren oder minder gut verfestigten Gesteins. An den Gehängen verwittert das weichere Gestein leichter, es wird durch Abspülung und durch den Wind entfernt, an seiner Stelle bilden sich Hohlräume oder sanftere, mit Pflanzenwuchs bedeckte Böschungen, während die Bänke des härteren Gesteins nicht selten felsbildend hervortreten. Sind die Lagen des weniger widerstandsfähigen Gesteins sehr dünn, so wittern dieselben heraus und die festeren Bänke sind dann am Gehänge oder in sonstigen älteren Aufschlüssen durch enge Zwischenräume, die Schichtfugen, von einander getrennt.¹⁾

Zu den Absatzgesteinen steht in ihrer Entstehung, in innerem Aufbau und der äußeren Erscheinung im Gegensatz eine andere Gruppe von Gesteinen, die aus heißflüssigem Zustande hervorgegangen sind und Erstarrungsgesteine (Eruptivgesteine) genannt werden. Wegen des Mangels echter Schichtung heißen sie auch Massengesteine, sie sind „massig“ ausgebildet, d. i. ungeschichtet.

¹⁾ Die Natur der Schichtfugen wird hie und da falsch aufgefaßt; sie sind keineswegs eine ursprüngliche, der Bildungszeit der Ablagerungen entsprechende Erscheinung.

Da die Gesteine der ersterwähnten Gruppe im allgemeinen auf dem flachen Boden großer Wasseransammlungen oder in ausgedehnten Flußebenen sich absetzen, so besitzen die hier im Laufe der Zeit übereinander entstehenden Schichten annähernd horizontale Lagerung und die Lagerungsverhältnisse der Absatzgesteine bieten daher — von gewissen Ausnahmefällen abgesehen — ein Mittel, um zu erkennen, ob diese der ihnen ursprünglich zukommenden Lagerung entsprechen, oder ob in dieser Beziehung eine Änderung eingetreten ist. Bei Erstarrungsgesteinen fehlt uns dieses Mittel, außer wenn z. B. Ströme, Decken, Lagergänge von solchen Gesteinen Absatzgesteinen zwischengelagert sind; jene können dann mit diesen bewegt oder mit ihnen ruhig geblieben sein.

Welcher Art sind nun die Lagerungsstörungen, die eine Folge von geschichteten Gesteinen treffen können? Die oft gebrauchten Ausdrücke Faltung und Bruch verweisen auf zweierlei Störungen, denen zwei verschiedene Arten von Gebirgsbewegungen entsprechen und die trotz dem Gegensatze, in dem sie teilweise zueinander stehen, doch¹ mancherlei Beziehungen zeigen.

Die einfachere und, soweit sie nicht mit andern Störungen verknüpft sind, leichter verständliche Art von Störungen sind die gewöhnlichen Brüche, Sprünge oder Verwerfungen, die eine Schichtenreihe unter irgendeinem Winkel durchsetzen und an denen ein Gebirgsstück gegen das benachbarte um

einen kleinen oder größeren Betrag abgesunken ist (oder sich aufwärts bewegt hat).

Eine Reihe von Erscheinungen, die an Brüchen zu beobachten sind, weisen auf die Bewegungen hin, die die angrenzenden Gebirgsstücke erfahren haben. Dahin gehört die Schleppung, die die Schichten an Verwerfungen nicht selten zeigen. (Vgl. Taf. 1.) Die an die Bruchfläche anstoßenden Enden der Schichten bleiben gegenüber der Bewegung des Gebirgsstückes, dem sie angehören, ein wenig zurück, sie sind in entgegengesetzter Richtung schwach oder stark gebogen.¹⁾ Oder es werden auf einer Seite der Verwerfung die Enden der Schichten durch die Bewegung des andern Gebirgsstückes mitgenommen (mitgezerrt, geschleppt). Manchmal sind die Schichten beider Gebirgsstücke dem Bruche entlang geschleppt, d. i. in entgegengesetzter Richtung gebogen und gezerrt.

Die Bruchfläche läßt, wenn sie bloßgelegt und nicht zu stark verwittert ist, häufig Rutschstreifen erkennen, die die Richtung der Bewegung anzeigen; man

¹⁾ Der wirkliche Sinn der Bewegung läßt sich nicht feststellen, wir können nur die Bewegung im Verhältnisse zur Lage des auf der andern Seite des Bruches liegenden Gebirgsstückes ermitteln. Das eine Gebirgsstück erscheint gesunken, es kann trotzdem unbewegt geblieben und dafür das andere Gebirgsstück gehoben worden sein. Auch beide Gebirgsstücke können, und zwar in entgegengesetzter Richtung sich bewegt haben.

spricht dann von einer Rutschfläche. Diese ist oft durch die Bewegung geglättet und kann spiegelnden Glanz zeigen (Rutschspiegel, Harnisch). Entlang der Verwerfung sind die Gesteine oft zerbrochen, manchmal weitgehend zertrümmert, zermalmt, zerrieben (Reibungsbreccie).

Auf das Vorhandensein von Verwerfungen können wir auch aus den Lagerungsverhältnissen schließen, wenn z. B. bei flacher Lagerung eine bestimmte Schichte oder Schichtengruppe, die an ihrer Gesteinsbeschaffenheit oder an den darin enthaltenen organischen Resten (Versteinerungen) zu erkennen ist, in einem Gebiete tiefer liegt als in dem benachbarten. Man kennt Verwerfungen bis zu beträchtlichem Ausmaß; die „Sprunghöhe“ einer solchen kann weit über 1000 m betragen.

Durch Verwerfungen können örtlich beschränkte Biegungen der Schichten (wie bei den schon erwähnten Schleppungserscheinungen) oder Änderungen der ursprünglich horizontalen Lagerung größerer Gebirgsstücke (bei ungleichmäßiger Senkung) eintreten. Zumeist wird jedoch die Aufrichtung der Schichten durch die Faltung bewirkt. Man kann die Gesteinsfaltung ganz gut mit der Faltung eines auf dem Tische liegenden Tuches vergleichen. Auch die „festen“ Gesteine werden offenbar durch irgendeinen Vorgang seitlich zusammengeschoben und zu Falten aufgestaut. (Vgl. Taf. 2.)

Man unterscheidet in einer Falte das Gewölbe oder den Sattel (die Antiklinale) von der Mulde

(der Synklinale). Aus jeder entsprechenden Abbildung (vgl. Abb. 1) ist leicht zu ersehen, daß im Innern des Gewölbes (im Gewölbekern) die ältesten (ursprünglich zutiefst liegenden), im Muldenkern die jüngsten Schichten der Falte liegen.¹⁾ Man kann eine Falte auch in drei Teile sondern, die als Schenkel bezeichnet

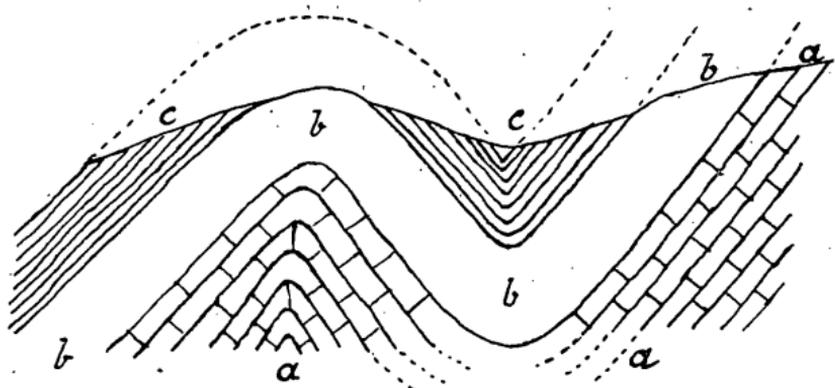


Abb. 1. Gewöhnliche Falte.

werden. Einer der Schenkel ist dem Gewölbe und der Mulde gemeinsam, man nennt ihn den Mittelschenkel, die andern den Gewölbeschenkel und den Muldenschenkel.²⁾

¹⁾ Altersfolge *a*, *b*, *c* in Abb. 1 und 2. Aus den Altersverhältnissen der Schichten kann die Art des Faltenbaues ermittelt werden, wenn z. B. die Gewölbebiegung abgetragen, die Muldenbiegung nicht aufgeschlossen ist.

²⁾ Die Bezeichnungen der Schenkel beziehen sich auf eine einzelne, bestimmte Falte und ändern sich, wenn man bei einer Mehrzahl von Falten diese anders abgrenzt. Der Muldenschenkel der einen Falte z. B. ist zugleich der Gewölbeschenkel der nächsten Falte.

In einer gewöhnlichen (aufrechten) Falte können die Schichten schwach oder bis zu steiler Stellung aufgerichtet sein; kennzeichnend aber ist, daß in solchen Falten die Schichten in der Regel in beiden Schenkeln des Gewölbes gegen außen geneigt sind (nach außen „fallen“), wogegen die Schichten in beiden Schenkeln

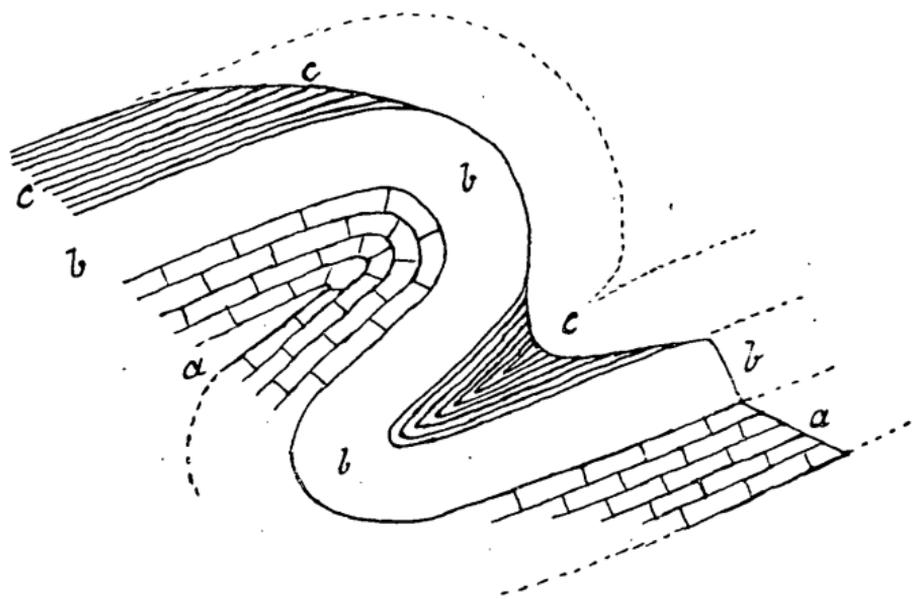


Abb. 2. Liegende Falte.

der Mulde gegen das Innere der Mulde fallen. Die Lagerung der Schichten stimmt hier selbst bei steiler Stellung insoferne noch mit der ursprünglichen Lagerung überein, als in jedem Schenkel die älteren Schichten unten, die jüngeren oben liegen und daß die einzelne Schichte durch die ältere Schichtfläche nach unten, durch die jüngere nach oben begrenzt

wird.¹⁾ Wir haben in dieser Hinsicht stets eine regelrechte (normale) Lagerungsfolge vor uns.

Es gibt jedoch Falten, bei denen dieses Lagerungsverhältnis in einem Teile der Falte umgekehrt wird. Das ist der Fall in den geneigten und liegenden Falten, die für den Bau vieler Gebirge bezeichnend sind. (Vgl. Taf. 2.) In einem bestimmten Schenkel solcher Falten ist die ganze Schichtenfolge verkehrt, sie ist „überstürzt“ („überkippt“); die älteren Schichten liegen darin oben, die jüngeren unten. (Vgl. Abb. 2.) Sind mehrere derartige Falten von gleichen Neigungsverhältnissen aneinandergereiht, so zeigt jeder zweite Schenkel die überstürzte Lagerung.²⁾

In jeder geneigten oder liegenden Falte ist ein Gebirgsstück schräg (zugleich seitlich und nach aufwärts) über ein anderes geschoben.

Das Wesen der in den Gesteinen vor sich gehenden faltenden Bewegungen wird uns durch einen einfachen Versuch klarer. Dieser macht uns auf eine

¹⁾ Nur wenn in der ganzen Falte bei der Aufrichtung der Schichten die Lotrechtstellung erreicht wird, gelten die oben erwähnten Regeln nicht.

²⁾ Betrachten wir eine einzelne geneigte Falte, in der das Gewölbe oben, die Mulde unten liegt, so ist nur an dem Mittelschenkel die überstürzte Lagerung zu sehen; die beiden andern Schenkel zeigen dann regelrechte Lagerung. So pflegt man in Querschnitten (Profilen) die Verhältnisse zu zeichnen. Man vergißt hiebei leicht, daß, wenn man die Falte anders begrenzt, so daß die Mulde oben, das Gewölbe unten liegt, zwei überkippte Schenkel und

mit der Faltung in Verbindung stehende wichtige Erscheinung aufmerksam, die gewöhnlich übersehen wird und deren weitere Bedeutung für viele Fragen des Gebirgsbaues meines Erachtens zu wenig berücksichtigt wird.

Zu dem Versuch genügt ein gebrauchtes Kartenspiel, dessen einzelne Blätter nicht besonders steif, sondern leicht biegsam sind. Biegen wir den Kartensatz mit den Händen und sehen dabei genau zu, so bemerken wir, daß während der Biegung die einzelnen Blätter sich den Blattflächen entlang um einen kleinen Betrag (senkrecht zur Achse der Biegung) gegen einander verschieben. Befestigen wir aber die Blätter so miteinander, daß dadurch die Verschiebbarkeit, deren Wirkung wir früher beobachten konnten, aufgehoben wird, so erscheint auch die leichte Biegsamkeit des Kartensatzes aufgehoben. Dieser verhält sich jetzt gegenüber Biegeversuchen wie ein starres Brett von ähnlichen Maßen. Ist ein Befestigungsmittel gewählt,

nur ein normal gelagerter in der Falte vorhanden sind. In einer zusammenhängenden Reihe von Falten, deren Schenkel nach derselben Richtung geneigt sind, wechselt eben stets ein überstürzter und ein normal gelagerter Schenkel in der Reihenfolge. Es wäre daher zweckmäßiger, statt jene mehrdeutigen Ausdrücke (Mittelschenkel usw.) zu verwenden, die Schenkel solcher Falten nach dem Lagerungsverhältnis zu bezeichnen, von überkippten und regelrechten oder nicht überkippten Schenkeln zu sprechen. Unrichtig ist es, von überstürzten Falten zu reden, da, wie gesagt, nur ein Teil der Falte diese Lagerung zeigt.

das leicht trennbar ist, so löst sich oder reißt dieses bei fortgesetztem Versuche, worauf erst die Biegung wie gewöhnlich vollzogen werden kann.

Indem man bei der Biegung die Blätter mit den Händen nicht aneinanderpreßt, sondern die seitlichen Verschiebungen sich vollziehen läßt, kann jedes einzelne Blatt die Biegung für sich ausführen; daher die weitgehende Erleichterung gegenüber dem Versuche der Biegung des ganzen Kartensatzes als zusammenhängenden Körpers.¹⁾

Die nähere Vergleichbarkeit einer in Faltung begriffenen Schichtenreihe mit dem zu biegenden Kartensatz beruht darauf, daß, wie wir hörten, die Gesteinschichten durch dünne weiche Zwischenmittel oder dickere solche Zwischenlagen voneinander getrennt sind; diese bedingen eine verhältnismäßig leichte Verschiebbarkeit der einzelnen festen Bänke gegeneinander entlang den Schichtflächen. Daß an den letzteren wirklich derartige Verschiebungen vor sich gehen, ist an heftig gefalteten Gesteinen häufig zu beobachten; die Schichtflächen derselben lassen die Spuren der Bewegung deutlich erkennen, sie zeigen Rutschstreifen, nicht selten glänzende Rutschspiegel.

¹⁾ Die Gesamtheit der Blätter selbst eines sehr dicken Buches können wir leicht biegen, wenn wir die hierbei den Blattflächen entlang sich einstellende Verschiebung zulassen. Die letztere wird um so größer und daher deutlicher sichtbar, je stärker wir biegen. Wir benützen diese seitliche Verschiebung jedes einzelnen Blattes bei der bekannten Art, mit dem Daumen rasch zu blättern.

Die Gliederung der Felsmassen in Schichten erleichtert mithin ihre Verbiegung zu Falten beträchtlich. Es ist eine alte Erfahrung, daß mächtige Gesteinstafeln und sehr dickbankige Gesteine unter sonst gleichen Umständen der Faltung weniger zugänglich sind; in ihnen spielen Brüche eine größere Rolle. Je dünnschichtiger ein Gestein ist, in desto kleinere und engere Falten kann es gelegt werden. Dünnblättrige Schiefer sind in kräftig bewegten Faltengebirgen oft bis ins kleinste gefaltet und „gefältelt“, so daß man in einem Handstücke zahlreiche kleine Falten vor sich sieht. Gerade solche Fältelungen sind stets mit starken, in den Schichtflächen verlaufenden Verschiebungen verknüpft.²⁾

Wie die weichen Zwischenmittel der Schichten eine leichte seitliche Verschiebbarkeit der einzelnen Bänke hervorrufen und dadurch die Faltenbildung ansehnlich erleichtern, so befördert die Einschaltung

²⁾ Es soll nicht darüber hinweggegangen werden, daß es noch andere Umstände gibt, die das Zustandekommen der Gesteinsfaltung erleichtern. Von Wasser durchtränkter Ton ist bekanntlich unter gewöhnlichen Verhältnissen bildsam (plastisch). Tonhältige und besonders tonreiche Gesteine verhalten sich in gebirgsfeuchtem Zustande den Gebirgsbewegungen gegenüber viel nachgiebiger als sprödere Gesteine und werden daher häufig bruchlos gefaltet. Aber auch die härtesten und sprödesten Gesteine unterliegen der Faltung unter entsprechend hohem Druck, und es gibt Forscher, die selbst solchen Gesteinen unter dem Druck einer einige tausend Meter mächtigen Gesteinsbedeckung weitgehende Bildsamkeit zuschreiben.

ganzer Schichtengruppen weicherer Gesteine in mächtige Schichtenfolgen von festen Gesteinsarten das Zustandekommen großzügiger Faltung solcher Gesteinsmassen. Den Einschaltungen weicher Schichtengruppen kommt aber noch eine andere Bedeutung für den Gebirgsbau zu, besonders wenn der Gegensatz in der Gesteinsbeschaffenheit groß ist, wenn z. B. eine Folge von mehr massig ausgebildeten oder in mächtige Bänke gegliederten, daher schwer beweglichen festen Gesteinen sowohl nach unten als nach oben von Gruppen weicher und dünnschichtiger, demnach leicht beweglicher Gesteine begrenzt ist. In solchen Fällen kann sich die mittlere Gesteinsfolge unter der Einwirkung des die Faltung hervorrufenden Seitenschubes sowohl von ihrem Liegenden als von ihrem Hangenden ablösen, für sich gefaltet oder in anderer Weise zusammen- und übereinandergeschoben werden und so einen von den sie unter- und überlagernden Schichtengruppen gesonderten, selbständigen Gebirgsbau annehmen. Vermutlich spielen derartige Schichtenablösungen bei der Entstehung der zu erwähnenden Faltungsüberschiebungen, des Schuppenbaues und sonstigen verwickelten Gebirgsbaues eine wichtige Rolle. —

Wir wollen uns nun noch ein wenig eingehender als früher mit Brüchen befassen, und zwar mit Brüchen, die mit der Faltung in Verbindung stehen und teilweise aus ihr hervorgehen.

Die Falten — besonders diejenigen, in denen die Schichten steiler aufgerichtet sind — besitzen in

der Regel in einer Richtung eine weit größere Ausdehnung als in der darauf senkrechten Richtung. Das ist der Fall in der Richtung des vorwiegenden „Streichens“ der Schichten (der horizontalen Erstreckung der Schichtflächen), die zugleich die Richtung des Streichens der Falten ist. Auf der vorherrschenden Längenerstreckung der Falten, auf dem Umstande, daß eine zu Ende gehende Falte im Streichen oft von einer andern Falte abgelöst wird, ferner auf der Ausbildung ganzer Bündel und Züge parallel angeordneter Falten beruht die vorherrschende Längenerstreckung der Gebirgszüge in den geologisch jungen Ketten- oder Faltengebirgen; in diesen stimmt gewöhnlich, wie man sich ausdrückt, das „orographische“ mit dem „tektonischen Streichen“ überein. Senkrecht auf das Streichen verläuft im allgemeinen das „Fallen“ (Richtung der größten Neigung) der Schichten. Bei west-östlichem Streichen z. B. fallen die Schichten an einer bestimmten Stelle, wenn sie nicht etwa saiger (lotrecht) stehen, entweder nach Norden oder nach Süden.¹⁾

In Faltengebirgen — wie überhaupt in Gebieten aufgerichteter Schichten — unterscheidet man Längsbrüche und Querbrüche. (Dazu kommen schräg verlaufende „Diagonalbrüche“.) Die Längsbrüche liegen im Streichen der Schichten, d. h. das Streichen dieser Brüche (die horizontale Erstreckung der Bruchflächen)

¹⁾ Quer auf das Streichen pflegt man die Querschnitte (geologischen Profile) durch Gebirgszüge und Falten zu zeichnen.

stimmt mit dem Schichtenstreichen überein. Die Querbrüche verlaufen quer (annähernd senkrecht) auf das Schichtenstreichen.¹⁾

Bei den bisher erwähnten Brüchen können wir es mit „echten“ Verwerfungen, d. i. mit Senkungsbrüchen zu tun haben. Im Faltengebirge, das ja durch seitlichen Schub entstanden ist, kommen an Brüchen viel häufiger andere Bewegungsrichtungen vor. Hier lassen sich an einem großen Teil der Querbrüche seitliche Verschiebungen in annähernd horizontalem Sinn feststellen. Man hat dieselben als Blätter oder Verschiebungen bezeichnet.²⁾

¹⁾ Sowohl ein Teil der Längsbrüche (die leicht erkennbaren unter ihnen) als die Querbrüche setzen quer durch die Schichten hindurch. Nicht hierauf bezieht sich, wie gezeigt, die Bezeichnung „Querbruch“.

²⁾ Nicht selten durchsetzt eine große Zahl gleichgerichteter derartiger Bruchflächen nahe aneinander das Gebirge. Dadurch wird die Bezeichnung „Blätter“, die dem Sprachgebrauche des Bergbaues entnommen ist, verständlich. — Die Verwechslung mit Schichtflächen liegt in solchem Falle manchmal sehr nahe. Wenn wir uns erinnern, was früher über die Entstehung der Schichtung gesagt wurde, ergeben sich wesentliche Unterschiede. Die Schichtung ist etwas ursprünglicheres, „primäres“, sie hat sich schon beim Absatz der Gesteine, bei der Bildung der Ablagerungen eingestellt und steht mit ihr in ursächlicher Verbindung. Die Bruchbildung, die Klüftung ist dagegen etwas später entstandenes, „sekundäres“. Bei deutlich ausgebildeter Wechsellagerung ist die Verwechslung von Schichtung und Klüftung, von Schichtfugen und Brüchen unschwer zu vermeiden.

Wenn durch Beobachtung, die auch in der geologischen Karte verzeichnet werden kann, festgestellt ist, daß eine bestimmte Schichtengruppe quer auf das Streichen um eine Strecke verschoben erscheint, so beweist das noch nicht, daß die Bewegung, die dieses Lagerungsverhältnis hervorgerufen hat, wirklich in horizontalem Sinn erfolgt ist. Jede Bewegung eines Gebirgsstückes in einer der zahllosen Richtungen zwischen der vertikalen und der horizontalen (schräg nach abwärts oder schräg nach aufwärts) verursacht eine Verschiebung sowohl im vertikalen wie im horizontalen Sinn.¹⁾

In geeigneten frischen Aufschlüssen, in denen die Verschiebungsfläche selbst bloßgelegt ist, erhalten wir über den Sinn der Bewegung genauere Kenntnis durch die Richtung der Rutschstreifen, die lotrecht oder wagrecht, aber auch in allen Zwischenrichtungen verlaufen können. Daraus ist auch ersichtlich, daß eine scharfe Grenze zwischen gewöhnlichen Querverwerfungen (Senkungsbrüchen) und Blattverschiebungen nicht besteht.

Der Zusammenschub der Gesteinsschichten zu Falten ist natürlich in einer Richtung erfolgt, die ungefähr senkrecht auf das Streichen der Falten und

¹⁾ Ja selbst eine gewöhnliche Querverwerfung, ein lotrechter Senkungsbruch, bringt, wie gezeigt werden kann, in geneigten Schichten an der Oberfläche (im Grundriß) eine scheinbar horizontale Verschiebung einer einzelnen Schichte oder Schichtengruppe hervor.

das vorherrschende Schichtenstreichen verläuft. In der Richtung des Schubes verlaufen die Blattverschiebungen. Es ist leicht erklärlich, daß es in dieser Richtung zu einer Trennung der Gesteine entlang von Brüchen kommt, wenn diese unter dem ungeheuren Druck über ihre Festigkeit hinaus in Anspruch genommen werden. Die Blätter bezeichnen Stellen, an denen unter dem Einfluß der schiebenden Bewegung die Festigkeitsgrenze der Gesteine überschritten wurde, so daß diese dem Drucke nicht bruchlos nachgeben konnten, sondern (in der Richtung des Schubes) brachen, worauf die Bewegung den Brüchen entlang fortgesetzt wurde. Daß an der Bruchfläche das eine der daran angrenzenden Gebirgsstücke an dem andern vorbeibewegt wurde, beweisen unter anderm die auf jener zu beobachtenden Rutschstreifen und Rutschspiegel. Diese zeigen zugleich, daß die Gebirgsstücke während der Bewegung auch senkrecht auf die Richtung des Schubes, mithin in der Streichungsrichtung der Schichten und Falten, unter Druck standen. Derartige Gebirgsbewegungen spielen sich eben unter allseitigem Druck ab, wobei allerdings eine Richtung als die des stärksten Druckes bevorzugt erscheint; das ist die Richtung, in der die schiebenden Bewegungen erfolgen; die Bewegungen, die sich in der Faltenbildung und in den Blattverschiebungen zu erkennen geben.

Eine Art von Blättern, die bisher, wie es scheint, nicht beachtet wurde, soll noch hervorgehoben werden. Es gibt Querbrüche, an denen die Rutschstreifen genau

parallel zu den Schichtfugen und Schichtflächen (daher in der Richtung des Fallens und parallel zur Neigung der Schichten) verlaufen. (Vgl. Taf. 3.) Derartige Verschiebungen treten in manchen Gebieten außerordentlich häufig auf, sogar häufiger als Querbrüche mit anders gerichteten Rutschstreifen. Sie entsprechen Bewegungen kleinerer und größerer Gebirgsstücke, die einerseits durch Querbrüche seitlich von ihrer Nachbarschaft abgetrennt wurden, andererseits entlang Schichtflächen von ihrem Liegenden, oft auch von ihrem Hangenden sich abgelöst und an diesen Bruchflächen und Schichtenablösungsflächen weiterbewegt haben. Schichtflächen müssen hierbei als Gleitbahnen gedient haben. In denselben Gebieten lehrt denn auch die Beobachtung, daß auf Schichtflächen häufig Rutschstreifen auftreten, daß die Schichtflächen in Rutschflächen verwandelt sind. Auch wenn es an günstigen Aufschlüssen mangelt, kann man bei entsprechender Aufmerksamkeit im Gehängeschutt, in Wildbächen, in Steinbrüchen Gesteinsstücke finden, an denen Bewegungsspuren auf Schichtflächen oder auf die Schichte verquerenden Bruchflächen Rutschstreifen wahrzunehmen sind, die zur Schichtfläche parallel verlaufen.

Es ist überraschend, in gut aufgeschlossenem Gebirge, in dem viele solche Blattverschiebungen zu beobachten sind, hie und da die Schichten verquerende Längsbrüche zu entdecken, die ebenfalls mit schichtenparallelen Rutschstreifen versehen sind. Diese verlaufen hier horizontal (im Streichen), während sie bei

den Querbrüchen dem Fallen der Schichten entsprechend geneigt sind. (Vgl. Taf. 4 und 5.) In derartigen Vorkommnissen liegt ein scheinbarer Widerspruch gegen die früher angewandte Erklärung. Sie zeigen, daß auch Verschiebungen auftreten, die nicht in der allgemeinen Schubrichtung liegen, in den erwähnten Fällen sogar solche, die annähernd senkrecht hierauf gerichtet sind. Wir erkennen, daß das Gebirge durch zahlreiche Quer- und Längsbrüche und Schichtenablösungsflächen in große und kleine Schollen zerlegt ist, um von Diagonalbrüchen, die gleichfalls beobachtet werden, zu schweigen. An allen diesen Flächen gingen Bewegungen vor sich und die Gebirgsschollen mögen zu Zeiten in ähnlicher Weise bewegt worden sein wie ein in Bewegung begriffener Eisstoß, der gegen eine hohe Mauer gepreßt wird, so daß alle Schollen steil aufgerichtet und parallel gestellt werden, wobei es manchen Schollen gelingt, annähernd senkrecht zur Schubrichtung auszuweichen. So mag auch manche Gebirgsscholle einem Längsbruch entlang seitlich durch den allgemeinen Schub bewegt werden, sei es, daß der Längsbruch schon früher entstanden war, sei es, daß er in enger ursächlicher Verknüpfung mit dem Schube, aus dem Bewegungen von Gebirgsstücken nach verschiedenen Richtungen hervorgehen, erst gebildet wurde.¹⁾

¹⁾ Jedenfalls sind wir nicht berechtigt, aus den erwähnten Beobachtungen den Schluß zu ziehen, daß die dem Längsbruch entsprechende Bewegung in einem andern geologischen Zeitabschnitt erfolgt ist als die in der allge-

Durch die besprochenen Erfahrungen gewinnen wir die Vorstellung einer überaus weitgehenden inneren Beweglichkeit des Gebirges, die einerseits auf der Schichtung, andererseits auf der Bruchbildung beruht. Dieses Urteil steht in einem Gegensatze zu den Vorstellungen, die wir uns im alltäglichen Leben von der Festigkeit der die Erdrinde zusammensetzenden Gesteine zu bilden pflegen. Berücksichtigen wir, wie weit bis ins kleine die Zerteilung der Gesteine und damit ihre Beweglichkeit in gewissen Fällen geht, so daß diese Eigenschaften am Handstücke zu beobachten sind, so hätten wir allen Grund, erstaunt zu sein, daß in kräftig bewegten Faltegebirgen noch der Zusammenhang der Schichten und Schichtengruppen zu erkennen ist, daß die Gesteine nicht vielmehr ein regelloses Haufwerk darstellen. Tatsächlich kommt es oft genug zu weitgehender Zerrüttung und Zertrümmerung des Gebirges, auch zur Anhäufung der weiterbewegten

meinen Schubrichtung liegenden Verschiebungen. Es soll hinzugefügt werden, daß von Paaren paralleler Flächen begrenzte Gesteinsstücke vorliegen, an denen die geschilderten Erscheinungen im kleinen zu beobachten sind. Die Schichtflächen sind von der Bewegung geglättet und gestriemt. Von den beiden anderen Flächenpaaren kann das eine auf Längsbrüche, das andere auf Querbrüche bezogen werden; alle vier Bruchflächen sind schichtenparallel gestreift. In andern Fällen mögen jedoch die die Schichtfläche verquerenden Bruchflächen Diagonalbrüchen entsprechen; keine der Bruchflächen liegt in der Schubrichtung, die sich in den Rutschstreifen der Schichtfläche kundgibt.

Trümmer in der Form von Reibungsbreccien entlang Bewegungsflächen und Zertrümmerungszonen, ein Gegenstand, mit dem wir uns hier nicht näher beschäftigen können.

Die erörterten Quer- und Längsbrüche setzen quer durch die Schichten hindurch. Es gibt aber eine besondere und besonders wichtige Art von Längsbrüchen, die nicht nur wie andere im Streichen der Schichten verlaufen (deren horizontale Erstreckung also mit der horizontalen Erstreckung der Schichtflächen zusammenfällt, — bei diesen Richtungsangaben handelt es sich um Linien —), sondern deren Flächen mit den Schichtflächen zusammenfallen oder von ihnen nur wenig abweichen. Von vielen dieser Brüche läßt sich nachweisen, daß sie aus der Faltung, und zwar aus geneigten oder liegenden Falten hervorgehen. (Vgl. oben S. 222.) Man kann sie als eine hochgradige Steigerung dieser Art von Faltung ansehen, indem das damit verbundene Zusammenschieben und Überschieben der Schichten bis zum Reißen eines Schenkels geführt und darüber hinaus fortgesetzt wird. Der überstürzte Schenkel geneigter und liegender Falten ist es, der durch solche Bewegungen stark zusammengequetscht und ausgezerrt, zerdrückt, zerbrochen, zerrissen wird; an seiner Stelle bildet sich eine Schubbahn aus, aus der die den überstürzten Schenkel zusammensetzenden Gesteine (vor der über der Bahn sich bewegenden Schubmasse) hinausgeschoben werden, sofern nicht ein Rest derselben gewöhnlich in zertrümmertem Zustande

als Reibungsbreccie zurückbleibt. Der überstürzte Schenkel kann auf diese Weise als zusammenhängende Schichtenreihe zum größten Teile oder vollständig verschwinden. Oberhalb der Schubbahn hat sich ein nicht überstürzter Schenkel schräg nach aufwärts und zugleich (im Sinne des Schubes) vorwärts bewegt, unterhalb der Schubbahn liegt ebenfalls ein nicht überstürzter Schenkel. Die Schubbahn ist der Längsbruch, der sich aus der Faltung entwickelt hat; derselbe setzt entweder schräg durch die Schichten hindurch, denen er sich häufig nahe anschmiegt, oder er verläuft auch auf weite Erstreckung ausgesprochen parallel zu den Schichtflächen. Diese werden selbst zu Schubbahnen. Man bezeichnet derartige Längsbrüche am zweckmäßigsten als Faltungs-Überschiebungen.

Die Feststellung solcher Störungen ist oft schwierig. Man erkennt sie unter anderm aus den eigenartigen Lagerungsverhältnissen, die durch sie hervorgerufen werden. Eine Faltungsüberschiebung trennt zwei Gebirgsstücke, in deren jedem normale Lagerung herrscht. In dem tieferen Gebirgsstück folgen regelrecht jüngere Schichtengruppen über älteren. Oben aber, im Hangenden der jüngsten Schichten des tieferen Gebirgsstückes und im Hangenden der Störung liegt eine ältere Schichtengruppe, mit der nun wieder eine regelrechte Lagerungsfolge beginnt: jüngere Schichten und Schichtengruppen über älteren. Bei ruhiger, von der horizontalen wenig abweichender Lagerung oder bei weithin gleichgerichteter Neigung der Schichtengruppen

glaubt man ungestörten oder wenig gestörten Bau vor sich zu haben.

Auf wiederholten Faltenüberschiebungen beruht der Schuppenbau, der für den Gebirgsbau der Alpen und mancher andern Kettengebirge kennzeichnend ist. Es mangelt an Zeit, um zu zeigen, daß das Zustandekommen der Faltungsüberschiebungen und des Schuppenbaues durch die Einschaltung von Schichtengruppen weicherer Gesteine, die die Ablösung fester Gesteinsmassen von ihrem Liegenden und Hangenden ermöglichen und Schmiermittel für die Schubbahnen abgeben, in hohem Maße gefördert wird. Leicht ersichtlich ist aber nach dem Vorangegangenen, welcher Einfluß der Gliederung der Gesteinsmassen in Schichten bei solchen Bewegungen im allgemeinen zukommt.

Noch schwieriger ist es, die beschriebenen und ähnliche, hauptsächlich auf schichtenparallelen Bewegungen beruhende Störungen, die innerhalb einer und derselben Schichtengruppe von gleichbleibender Gesteinsbeschaffenheit und gleichem Inhalt an organischen Resten verlaufen, zu erkennen. Selbst Brüche, die solche Schichtengruppen verqueren, sind nicht immer leicht zu beobachten. Es ist wahrscheinlich — und in einigen Fällen von verwickeltem Gebirgsbau hat sich dergleichen mit Sicherheit feststellen lassen —, daß in manchen Faltengebirgen die außerordentlich große Mächtigkeit gewisser engerer Schichtengruppen nicht darauf beruht, daß diese seinerzeit in der heute vorliegenden Mächtigkeit abgelagert wurden, sondern

darauf, daß die ursprünglich geringer mächtige Schichten-
gruppe mehrfach oder vielfach zusammen- und über-
einandergeschoben wurde. Es würde sich darnach,
einfacher ausgedrückt, um Stauungserscheinungen han-
deln, die sich in den Gesteinsmassen der Erdrinde
in großem Maßstabe abspielen. —

Das wäre einiges Wenige des Tatsächlichen, das
über Gebirgsbau und Gebirgsbewegungen ermittelt
werden kann.¹⁾ Der menschliche Verstand begnügt
sich jedoch nicht mit der Feststellung von Tat-
sachen, sondern sucht dieselben zu erklären, den
tieferen Ursachen der Erscheinungen nachzugehen.
Warum legt sich in manchen Gebieten die Erdrinde
in Falten? Woher der seitliche Zusammenschub? Woher
an andern Orten die Senkungserscheinungen? Viele
Anschauungen sind darüber im Laufe der Zeit aus-
gesprochen worden, und eine Schwierigkeit der Be-
urteilung liegt gerade darin, daß eine ganze Reihe
von Ursachen für jene Bewegungen denkbar sind.
Eine der bekanntesten Erklärungen, gegen die wie
gegen andere manche Einwände erhoben worden sind,
bildet die Kontraktionstheorie. Der Erdball, der Eigen-
wärme besitzt, gibt darnach einen Teil seiner Wärme
in den kalten Weltraum ab. Die Abkühlung bewirkt
Zusammenziehung des Erdinnern, dadurch wird die
Gesteinshülle im Verhältnisse zu jenem zu groß, es ent-

¹⁾ Gewisse moderne Vorstellungen, die man sich über
den Bau der Alpen gebildet hat, können hier nicht be-
rührt werden.

stehen darin Spannungen, die einerseits Senkungen („radiale“ Bewegungen), andererseits seitlichen Zusammenschub („tangential“ Bewegungen) bewirken. Nach dieser Anschauung wäre die Faltenbildung „Runzelung im alternden Antlitz der Erde“. Auch der Vergleich mit der Schale einer trocknenden Frucht ist oft gemacht worden.

Wir können weder diese, noch andere Gebirgsbildungstheorien näher berücksichtigen. Auch ist es nicht zweckdienlich, sich leichtlin für eine derselben zu entscheiden. Noch immer gilt es, zunächst das Tatsächliche festzustellen, das heute trotz zahllosen umfangreichen und eingehenden Untersuchungen noch keineswegs so sicher ermittelt ist, wie man glauben möchte; es gilt, den Bau der Gebirge so genau und so vorurteilslos als irgend möglich zu ergründen. Das kann nur auf dem Wege planvoller sorgfältiger und gewissenhafter Beobachtung und darauf gegründeter Erwägung allmählich gelingen.

Erläuterungen zu den Tafeln.

Taf. 1.

Schleppungserscheinungen entlang zwei Verwerfungen ($x-x_1$ und $y-y_1$) in Oberalmer Schichten.

Strub, Erosionsschlucht der Alm bei Oberalm in den Salzburger Alpen.

Kalkschichten (mit tonigen Zwischenmitteln) des oberen Jura, im Gebiete weithin durch wagrechte oder nahezu wagrechte Lagerung ausgezeichnet. Ein Stock als Maßstab hängt (nächst dem rechten Bildrande) am Felsen. Aus den Schleppungserscheinungen ist erkennbar, daß das mittlere und das rechts liegende Gebirgsstück gegen das jeweilig links liegende abgesunken ist. Links und unten sind die Gesteinsbänke durch die Gebirgsbewegung zertrümmert.

Taf. 2.

Kräftig gefaltete Kalkschichten des Obersilur an der Straße Slichow—Kuchelbad bei Prag.

Zinkätzung von Karl Bellmann in Prag. (Aus der Schrift „Prag als deutsche Hochschulstadt“; herausg. vom Ortsrat Prag des Deutschen Volksrates f. Böhmen, 1911.)

Das Bild gibt einen kleinen Teil des durch die Faltungserscheinungen berühmten Barrande-Felsens wieder.

In jedem Gewölbe ist der rechts gelegene Schenkel steiler aufgerichtet als der links liegende und manchmal überkippt; die Überkipfung ist deutlich sichtbar an dem (von links gezählt) zweiten Gewölbe. An den teilweise bloßgelegten Schichtflächen sind oft Bewegungsspuren (Rutschspiegel) erkennbar.

Taf. 3.

Blattverschiebung (Querbruch) mit schichtenparallelen Rutschstreifen in kambrischen Sandsteinbänken (Stufe B: Przi-bramer Grauwacke).

Alter Steinbruch bei der Schmelzhütte von Przi-bram in Böhmen.

Die Verschiebungsfläche selbst ist durch den Steinbruchbetrieb bloßgelegt und daher der Beobachtung zugänglich. Sie ist mit einer durch die Gebirgsbewegung aus der Zerreibung des angrenzenden Gesteins und aus den tonigen Zwischenmitteln der Schichten entstandenen (seither wieder verfestigten) Schmiere überzogen. Daher sieht man im allgemeinen keine Schichtfugen. Nur dort, wo der das eigentliche Gestein verhüllende Überzug entfernt ist, konnte die Verwitterung eingreifen, und so haben sich auf gewissen Strecken infolge des Auswitterns oder Herausfallens der weicheren Zwischenmittel engere oder weitere Schichtfugen gebildet.

Im übrigen sieht man auf der Verschiebungsfläche kleine „Hohlkehlen“, d. i. höhere und breitere Erhabenheiten und entsprechende Vertiefungen, und auf ihnen schwächere „Rutschstreifen“, alle diese Skulpturelemente meist ziemlich genau parallel zu den Schichtflächen verlaufend. (Es kommen auch kleinere und größere Abweichungen von dieser Richtung vor.)

Zahlreiche derartige Blattverschiebungen durchsetzen parallel zueinander die im Steinbruche aufgeschlossenen Schichten. Im Bilde ist nur ein solcher Querbruch weithin verfolgbar. An manchen Stellen ist jedoch ein Teil des sonst zusammenhängenden Felsens abgebrochen, und dann sieht man dahinter eine ebenso gestreifte Fläche, so links oben von der Mitte des Bildes bei der beschatteten Stelle. Von Rutschflächen mit gleichgerichteten feineren Rutsch-

streifen ist das Gestein vielfach durchzogen, so auch rechts im Vordergrund des Bildes, in dem sie kaum wahrnehmbar sind.

Rechts oben im Bilde sieht man ein Bündel von Längsbrüchen die Schichten schräg durchqueren. Damit steht eine kleine Knickung der Schichten in Verbindung. Die Hohlkehlen und Rutschstreifen machen diese Verbiegung mit.

Im Steinbruche sind auch einige wenige Diagonalbrüche zu beobachten, die nicht deutlich hervortreten und nur auf kurze Erstreckung zu verfolgen sind; sie sind ebenfalls mit schichtenparallelen Rutschstreifen versehen. Eine Bruchfläche verläuft senkrecht auf die Fallrichtung, sie entspricht daher einem Längsbruch; auf ihr sieht man keine Rutschstreifen. Andere von der Richtung des Längsbruches (der Streichrichtung der Schichten) nur schwach abweichende Bruchflächen sind dagegen wieder deutliche Rutschflächen mit schichtenparallelen Streifen. Zahlreiche im Steinbruche gesammelte Gesteinsstücke zeigen die beschriebenen Erscheinungen im kleinen.

Abweichend von den im mittelböhmischen Faltengebirge vorherrschenden Streich- und Fallrichtungen fallen die Sandsteinbänke im Steinbruche unter Winkeln von 20 und 30° gegen WSW. Diese ist auch die Hauptrichtung der zahlreichen Blattverschiebungen.

Taf. 4.

Längsbruch mit schichtenparallelen Rutschstreifen in mitteldevonischen Kalkschichten (Stufe *g₃*).

Hluboczep bei Prag.

Das Fallen der Kalkbänke ist unter einem Winkel von ungefähr 40° gegen SSW gerichtet. Die durch einen großen Teil des Bildes ziehende, durch den Steinbruch-

betrieb bloßgelegte Verschiebungsfläche streicht ungefähr O—W, könnte daher auch als ein der Streichrichtung der Schichten sehr nahe kommender Diagonalbruch bezeichnet werden; sie ist keine ebene, sondern eine mehrfach gekrümmte Fläche und mit zahlreichen den Schichtflächen parallelen Rutschstreifen bedeckt. Das Photogramm ist aus der Richtung N 30° W, schräg auf das Streichen der Rutschfläche, aufgenommen; diese erscheint daher im Bilde verkürzt. Die Rutschstreifen sind sehr kräftig und regelrecht ausgebildet; ihr Aussehen im Bilde beruht auf der starken photographischen Verkleinerung.

Die vielfach aus- und einspringende Felskante rechts begrenzt die Ansicht gegen eine (nicht sichtbare) Steinbruchwand, in der die Schichten in der Fallrichtung aufgeschlossen sind. Links von dieser Kante verläuft eine schmale Fläche in einer Mittelrichtung zwischen der Streich- und der Fallrichtung der Schichten. Im tieferen Teil dieser Fläche sind, besonders in der Nähe des als Maßstab aufgestellten (46 1/2 cm langen) geologischen Hammers, Rutschstreifen erkennbar, die gleichfalls schichtenparallel verlaufen und teilweise die Fortsetzung von Streifen der großen Rutschfläche darstellen.

Die große ost-westlich streichende Verschiebungsfläche verdeckt die Schichten; auf dem eigentlichen Gestein befindet sich nämlich eine mehrere Zentimeter dicke jüngere Ausscheidung von Kalkspat, — eine in Spalten des Kalkgebirges sehr häufige Erscheinung. Der größte Teil der sichtbaren Rutschstreifen ist daher eine Abformung jener Rutschstreifen, die sich an der Südwand des durch den Steinbruchbetrieb entfernten Gebirgsstückes befanden. Nur im höheren Teil des Bildes treten einige Schichten hervor, wobei hauptsächlich einige überhängende Schichtflächen (die unteren Flächen der betreffenden Bänke) sichtbar sind. In ihrem weiteren Verlauf nach Osten (links) verschwindet die Rutschfläche für den Beschauer,

sie dringt dort in den Felsen ein und trennt sodann die zur Linken aufgeschlossenen (nach rechts und vorne geneigten), vom Steinbruchbetrieb noch verschonten Bänke von den im Süden der Rutschfläche (vor dem Beschauer) gelegenen Gesteinsschichten.

Taf. 5.

Ein Teil des in Taf. 4 wiedergegebenen Längsbruches mit schichtenparallelen Rutschstreifen.

Nahaufnahme in größerem Maßstab (vgl. den Hammer). Nächst dem rechten Rande des Bildes ein Gesteinsstückchen, das hingelegt wurde, um die dort befindliche kleine „Hohlkehle“ (Einbuchtung) leichter erkennbar zu machen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Wähner Franz

Artikel/Article: [Einiges über Gebirgsbau und Gebirgsbewegungen. \(5 Tafeln\) 211-243](#)