

Anmerkungen und Zusätze.

(1) Der französische Ausdruck für Schieferung in dem definirten Sinne ist *clivage*; englisch: *cleavage*. — *Foliation* oder *lamination* bezeichnen eigentlich nur »Blätterung« und scheinen besonders für das blätterige Gefüge der krystallinischen Schiefer gebraucht zu werden.

Daubrée — in einem noch mehrfach zu erwähnenden Artikel (*Bulletin de la Soc. géolog. de France*, 1876, pag. 529 ff.) — vereinigt *clivage* und *foliation* unter dem Ausdruck »*schistosité*« (*»fissilité«*).

Gümbel definirt — *Geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges*, Gotha, 1879, pag. 640 — die *Transversalschieferung* treffend so: »Die Schieferung im Gegensatz zur Schichtung ist jene eigenthümliche Spaltbarkeit der Gesteinsmasse in mehr oder weniger dünne Platten oder Tafeln, bei welcher Richtung und Lage der Absonderungsflächen in keiner directen genetischen Beziehung zu der Bildung des Gesteines selbst stehen, vielmehr dem Gestein erst später nach seiner Verfestigung gleichsam gewaltsam aufgezwungen wurde. Sie ist theils deutlich für das Auge erkennbar ausgesprochen und stellt sich als eine Art Zerklüftung mit besonders regelmässig parallelen und nahe bei einander liegenden Theilungsflächen dar, theils mehr oder weniger versteckt und lässt sich erst durch die künstlich bewirkte regelmässige Theilbarkeit der Masse (Spaltbarkeit) erkennen.«

(2) Da, wo die Schichtung neben der Schieferung weniger leicht zu erkennen ist, oder, bei homogenem Materiale vielleicht ganz zurücktritt, kann wohl die Schieferung irrtümlich für Schichtung genommen werden, und dies kann zu unrichtigen Abschätzungen und Angaben über die Mächtigkeit der betreffenden Systeme führen, wie dies auch öfters vorgekommen ist. — In Wirklichkeit ist die Mächtigkeit der Schiefersysteme bei den meist so starken, wiederholten, und nicht selten nach mehr als einer Richtung angeordneten Falten ausserordentlich schwer, wenn überhaupt, zu messen.

(3) Nach *A. Heim* (*Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe*, Basel, 1878, Bd. II, S. 68) fällt die Streichrichtung der Schieferung in den Alpen meist mit der der Schichten und Ketten annähernd zusammen. Während aber dabei die Schichten durch die mannigfachen Falten, in welche sie gelegt sind, alle möglichen Fallwinkel aufweisen, schneidet die Schieferung meist ziemlich steil durch diese Unregelmässigkeiten hindurch.

Auch im Fichtelgebirge ist nach *Gümbel* (l. c. pag. 642) Uebereinstimmung des Streichens von Schieferung und Schichtung verbreitet.

Es ist einleuchtend, dass für die technische Benutzung, welche auf möglichst vollkommene Spaltbarkeit zu sehen hat, das Verhältniss sich

um so günstiger gestaltet, je weniger die Schieferung von Schichtflächen durchschnitten wird. Da sich in einem stärker gefalteten Gebirge die Lage der Schichtung zur Schieferung von einem Orte zum andern rasch ändern kann, wozu noch Modificationen in der Stärke und auch Richtung der Druckwirkung kommen können — besonders in der Nachbarschaft unregelmässig eingeschalteter, nicht schiefriger Massen — so ist weiterhin ersichtlich, dass selbst bei gleichbleibendem Materiale die Vollkommenheit der Schieferung von einem Ort zum andern wechseln kann.

(4) Ueber einige andere, ältere Ansichten, die Entstehung der Schieferung betreffend, z. B. durch Erdmagnetismus, Ansichten, welche gegenwärtig wohl von den wenigsten Geologen mehr getheilt werden mögen, s. N a u m a n n, Lehrbuch der Geognosie, 2. Aufl. Bd. I, S. 955.

(5) Besonders ausführlich sind die von D a u b r é e angestellten Versuche. (S. dessen gehaltvollen Artikel: *Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène etc.* im Bulletin de la Soc. géolog. de France, 3^e sér., tome 4, 1876, pag. 529 ff.; auch in den Comptes rendus, 1876). Die Versuche wurden besonders mit Thon in verschiedenen Trockenheitsgraden angestellt, welcher in einen aufrecht stehenden Behälter von cylindrischer oder prismatischer Form gebracht und mit einem, durch eine hydraulische Presse bewegten Kolben zum Austreten (»Ausfliessen«, wie D a u b r é e sich ausdrückt) aus metallenen Mündungsstücken von geringerem Durchmesser und von verschiedenen Formen gezwungen wurde.

Alle lamellaren und stabförmigen beigemengten Körper (Glimmer- oder Eisenglanzblättchen, Bleiplättchen, Bleicylinderchen u. dgl.) orientirten sich hierbei in der Richtung des austretenden Strahles. Wurde eine rechteckige Austrittsöffnung benutzt, so stellten sich die meisten der beigemengten Glimmerblättchen parallel der breiten, die andern parallel der schmalen Seite; bei Anwendung einer cylindrischen Oeffnung orientirten sie sich concentrisch. Bei Mischung von Thon und Quarzsand und Anwendung der cylindrischen Oeffnung entstand eine Art von faserigem Gefüge, welches an analoge Vorkommnisse bei gewissen Gesteinen erinnert, sowie an die lineare Streckung oder Parallelstructur, die mitunter bei geschieferten Gesteinen hervortritt.

Die Versuche sind auch, abgesehen von ihrer Bedeutung für die Erscheinung der Schieferung, in der Hinsicht physikalisch wichtig, als sie, wie auch schon frühere Versuche T r e s c a's mit gewissen Metallen zeigen, dass sich feste Körper sehr hohen Druckkräften gegenüber ähnlich verhalten können, wie flüssige, dass sich der Druck nämlich auf alle Massentheilchen derselben fortpflanzen und sie an einander verschieben kann. T r e s c a und D a u b r é e gebrauchen denn auch für die festen Körper in diesem Falle den Ausdruck »ausfliessen« (*s'écouler*). Keineswegs verhalten sich indess in dieser Beziehung die festen Körper unter sich gleich, sondern die so sehr verschiedenen Cohäsionsverhältnisse derselben kommen für das Resultat sehr in Betracht. Am meisten nähern sich natürlich die weichen, plastischen oder ductilen Körper in jener Hinsicht den flüssigen, am wenigsten die sehr spröden und starren. Schon bei dem Thon macht es, nach

Daubrée's Angabe, einen Unterschied, ob er in mehr oder weniger feuchtem resp. trockenem Zustande dem Experiment unterworfen wird. Er knüpft daran die Bemerkung, dass gewisse Kalksteine und Quarzite durch einen Gehalt an Thon schiefrig geworden seien.

Interessant ist, dass Dünnschliffe durch getrocknete oder calcinirte Producte der Versuche Daubrée's viel Aehnlichkeit mit natürlichen Vorkommnissen zeigten; um Quarzkörner herum hatte sich z. B. blättriges Gefüge, wie im Glimmerschiefer, ausgebildet. Die Wärmeleitungsfähigkeit der künstlich geschiefertten Massen gleicht, nach Jannetaz, der der natürlichen Schiefer; die entsprechenden Curven verlängern sich parallel der Schieferung; es erinnert dies auch an das entsprechende Verhalten der Krystalle. (Jannetaz, Bulletin de la Soc. géolog. de France, 3^e sér., tome 4, 1876, pag. 553.)

Daubrée (l. c. pag. 541) bemerkt, dass das Verfahren bei seinen Versuchen zeige, dass Schieferung nicht nur durch einen auf ihr senkrecht gerichteten Druck zu Stande kommen könne, sondern selbst durch einen in ihrer Richtung ausgeübten Druck; es scheint uns indess richtiger, auch hier den die Schieferung direct erzeugenden Druck als normal auf derselben gerichtet anzusehen, denn es ist dies offenbar der Druck, welchen die Wandung der Austrittsöffnung auf die an ihr sich vorbeischiebende Masse ausübt, und der Gegendruck der letztern; der Druck des Kolbens dagegen, den Daubrée im Auge hat, ist nur mittelbar auf Entstehung der Schieferung wirksam.

Tyndall (Ueber Schieferbildung, Fragmente aus den Naturwissenschaften, Vorlesungen und Aufsätze von John Tyndall, deutsche Ausgabe, Braunschweig, 1874, S. 525—543) zeigte, dass reines weisses Wachs, ohne Zusatz lamellarer Körper, welche die Reinheit der Schieferung sogar noch beeinträchtigen, einem geeigneten Verfahren unterworfen, völlig schiefrig gemacht und in Blätter von grösster Feinheit gespalten werden kann. Er erklärt das Schiefriegerwerden durch die unter dem Druck stattfindende starke Abplattung der einzelnen Theilkörper, oder gleichsam Polyeder, aus denen, wegen Störungen des Zusammenhanges, Verunreinigungen etc. jeder, auch scheinbar homogene Körper, bestünde; fügt indess in einer Anmerkung bei, dass zur Erklärung der Schieferung besonderes Gewicht auf das Aneinandervorbeigleiten der kleinsten Theilchen beim seitlichen Ausweichen vor dem Druck zu legen sei, wodurch Flächen schwachen Zusammenhanges entstünden. In letzterem Sinn spricht sich auch Daubrée aus (l. c. pag. 541).

Beide Autoren machen in letzterer Beziehung dann noch auf das blättrige und faserige Gefüge aufmerksam, welches manche Fabrikate, wie gewisse Eisensorten und sonstige Metalle, unter Umständen auch Glas, durch den mechanischen Process des Ausziehens, Walzens etc. erhalten; stets findet hierbei ein Gleiten der kleinsten Körperteile über einander weg statt, wobei an verschiedenen Stellen verschiedene Geschwindigkeiten sich ergeben müssen. Das blättrige Gefüge ist manchmal latent, und kommt dann erst durch besondere Veranlassung zum Vorschein; so bei Glasröhren in überhitztem Wasser.

Wie bei den den Experimenten unterworfenen Körpern auch ohne Beimengung lamellarer Körper völlige Schieferung erzielt werden kann, so gibt es auch bekanntlich in der Natur in Menge ächte, höchst vollkommen spaltbare Schiefer von sehr homogener Beschaffenheit, z. B. manche Dachschiefer.

(6) Bei einem sehr harten und starren Körper kann infolge der anders beschaffenen Cohäsionsverhältnisse ein seitliches Ausweichen der einzelnen Massentheilchen nicht, oder bei weitem nicht in dem Maasse stattfinden, wie bei einem ductilen Körper, und kommt dementsprechend auch kein so völlig schiefrißiges Gefüge zu Stande; öfters dagegen eine damit verwandte, mehr als Klüftung sich verhaltende Structur, wovon w. u. — Bei übermässig gesteigertem Druck kann eine völlige, innerliche Zertrümmerung und Zerrüttung bei starren Körpern eintreten, worauf allerdings ein seitliches Ausweichen der feinsten Trümmer möglich wird.

(7) Die äusseren Einwirkungen, welche im Verein mit der vorhandenen Spannung die geringere Cohäsion in der auf der Schieferung normalen Richtung überwinden, stellen sich bei den Gesteinen in der Natur vielfach von selbst ein. Sobald ein Schiefergestein irgendwo entblösst wird, kann durch Einflüsse der äusseren Temperatur, durch chemische Einflüsse, wie namentlich Wasseraufnahme und sonstige Verwitterungsvorgänge, ein Bestreben zur Volumenzunahme, zum Anschwellen und Verlängern (bei Frost Verkürzung) in den äusseren Theilen sich geltend machen, welches eine solche äussere Einwirkung darstellt, und also nothwendig ein Abheben oder Abspalten nach der Schieferung bewirken muss, um so durchgreifender, je geringer die Cohäsion von einer Schieferlage zur folgenden, oder je vollkommener die Schieferung. — Es muss sogar in manchen Fällen angenommen werden, dass, ganz abgesehen von jenen äusseren Einwirkungen, in dem Gestein selbst noch fortwährend ein gewisses Ausdehnungs- oder Ausweichungs-Bestreben in der Richtung der Schieferung besteht, oder überhaupt in der Richtung normal zum Druck, welche Richtung in anderen Fällen und bei gewissen Gesteinen vorzugsweise mit der Lage der Schichtung zusammenfällt; und dass sich aus dieser Tendenz, sobald durch Freilegen des Gesteines oder durch Wegnahme des Gegendruckes der vorgelagerten Massen das Gleichgewicht gestört ist, eine Kraft entwickelt, welche bei geschieferten Gesteinen die geringere Cohäsion normal zur Schieferebene überwindet, bei nicht geschieferten Gesteinen entsprechend diejenige zwischen den Schichten oder Bänken.

Hiernach sind u. a. die interessanten Beobachtungen von Niles in nordamerikanischen Steinbrüchen zu beurtheilen, wo freigelegte Bänke von Gneiss oder Kalkstein in recht kurzer Zeit sehr merkliche, manchmal bis zum Reissen mit Knall getriebene Ausbiegungen und damit verbundene Verlängerungen zeigten. (Noch viel bedeutender würde in solchen Fällen das Hervorschwellen bei Thon, Schieferthon etc. sein.)

Doch ist, wie bemerkt, der Einfluss jener äusseren Einwirkungen, namentlich z. B. des Schwellens durch Wasseraufnahme, nicht ausser Acht zu lassen und in jedem einzelnen Falle zu prüfen; solche äussere Einflüsse

sind es, die z. B. an Tunnelwänden das Lossprengen von Schollen bei gewissen Gesteinen auch ohne vorhandene innere Spannungen bewirken können; in anderen Fällen, z. B. bei gewissen schiefrigen Mergeln, mögen sich vorhanden gewesene innere Spannungen mit äusseren Wirkungen vereinigen, um das Zerfallen in schiefrige oder grifflige Stücke zu bewirken.

(8) Die genannten organischen Reste findet man öfters in der geologischen Literatur als bleibende Documente von Formveränderung im Schiefergestein angeführt. Die Verzerrung ist bei den ursprünglich symmetrischen Gestalten der Trilobiten und Ammoniten besonders auffällig und gibt ein Anhalten zur Beurtheilung des Maasses der Verschiebung. Bei den Ammoniten ist die ursprünglich regelmässige Spiralform elliptisch ausgezogen.

Die aus den Schweizer Alpen schon seit längerer Zeit bekannten und öfters erwähnten derartigen Ammoniten und besonders auch Belemniten wurden neuerdings sehr eingehend behandelt von A. Heim in dem schon genannten Werke, Bd. II, S. 9 ff. nebst den Figuren Taf. XIV u. XV.

Namentlich die wiederholt gerissenen Belemniten geben ein Maass für die stattgehabte Streckung, und es ist interessant, in dieser Beziehung die natürlichen Vorkommnisse mit den bezüglichen Experimenten zu vergleichen, welche Daubrée (vgl. dessen oben citirten Aufsatz) an künstlich aus Kreide hergestellten Belemniten-Modellen anstellte, welche er in Thon brachte und durch seinen Apparat gehen liess. Bei dem Experiment war die Streckung begrifflicher Weise weit beträchtlicher, als es in der Natur vorkommt; bei einem Versuche z. B. wurde das Belemniten-Modell in 7 Stücke gerissen, die auf 2 Meter Länge vertheilt waren. Die natürlichen derartigen Belemniten pflegen bei viel geringerer Gesamtstreckung in eine viel grössere Anzahl von Stücken gerissen zu sein. Die Ursache der Zerreißung liegt in dem Unterschiede der Cohäsionsverhältnisse des Belemniten resp. Modelles einerseits und der umgebenden Masse andererseits, welcher Unterschied bei der den Massentheilchen durch den Schieferungsvorgang zugemutheten streckenden Bewegung zur Geltung kommen muss. Dieser Unterschied ist bei dem Experiment grösser als in der Natur, daher das verschiedene Resultat. Für die schiefrigen Gesteine, welche die gestreckten und gerissenen Belemniten enthalten, ergibt sich hieraus, dass sie zur Zeit der Bewegung feste Gesteine, nicht etwa noch weiche Massen gewesen sein müssen; wäre letzteres der Fall gewesen, so müsste das Resultat der Streckung und Zerreißung dem des Experimentes viel ähnlicher sein.

(9) Daniel Sharpe: »On slaty cleavage.« (Quarterly Journal of the Geolog. Society. V. 1849, pag. 111—129.) Resultate seiner Studien in N.-Wales, Devonshire, Cornwall, Westmoreland, Cumberland. — In den Patterdale und Longdale Quarries und vielen anderen Orten in Westmoreland und Cumberland liegen Brocken einer heterogenen, schieferartigen Masse im Dachschiefer und bilden Bänder in der Richtung der ursprünglichen Schichtung; aber ihre Dimensionen in dieser Richtung sind

stets viel geringer, meist nicht halb so gross, als die in der Richtung der die Schichtung unter bedeutendem Winkel schneidenden Schieferung, so dass diese Fragmente in ihrem Lager aufrecht zu stehen schienen und durch den die Schieferung bewirkenden Druck zusammengedrückt erscheinen. In der Ebene der Schieferung betrachtet, sind diese Fragmente meist auch in der Fallrichtung länger als in der Streichrichtung, was auf eine Streckung in jener deutet (l. c. pag. 112).

Bezüglich der weiter oben besprochenen Verzerrung von Fossilien sagt Sharpe (pag. 111): Die Art, wie die Fossilien verzerrt sind, zeigt, dass bei der Schieferung ein Druck normal auf ihre Ebene und eine Compression des Gesteins in dieser Richtung stattfand, sowie eine Streckung in der Richtung des Einfallens der Schieferung; eine Volum-Änderung in der Richtung des Streichens jedoch gibt sich nicht zu erkennen. — In einem früheren Artikel war Sharpe zu dem Resultate gekommen, dass die Streckung in der Schieferungsrichtung die Compression in der dazu normalen Richtung compensire. (Quart. Journ., III. 1847, p. 87 ff., nach Naumann, Lehrb. der Geognosie.)

(10) An der Grenze, wo zwei physikalisch verschiedene Schichtmassen, etwa weicher Thonschiefer und eine kieselreiche Lage zusammenschossen, welche von der Schieferung schräg durchsetzt werden, müssen Modificationen in denjenigen Bewegungen der Massentheile stattfinden, die mit der Schieferung verbunden sind. Innerhalb der Thonschiefermasse kann sich nämlich die mit der Schieferung verbundene, durch den Seitendruck hervorgerufene Gesamtbewegung oder -Verschiebung gleichmässig auf unendlich dünne Schichten vertheilen, und die Verschiebung, von Schicht zu Schicht gemessen, mag minimal sein; in der festeren Lage findet ein anderes Verhalten statt, dieselbe folgt wegen grösserer Cohäsion ihrer Theilchen unter sich der Gesamtbewegung nicht in unendlich dünnen Schichten, sondern in breiteren Partien, deren gegenseitige Verschiebung dann etwas grösser sein wird. An der Grenze beider Lagen wird dies verschiedene Verhalten sichtbar hervortreten. Die Grenzfläche oder -Ebene der beiderlei Schichtmassen kann so durch die Schieferung förmlich treppenförmig werden; eine Parallel-Ebene zu derselben innerhalb der leichter schieferbaren Masse wird zwar auch ihre Lage geändert oder gedreht haben, aber eine continuirliche Fläche geblieben sein.

Letzteres Verhalten findet mitunter einen besonders deutlichen Ausdruck da, wo durch Denudation, mehr wohl noch durch Steinbrucharbeit, eine solche treppenförmig gewordene Grenzfläche entblösst ist. Die Treppenstufen müssen — wofern sich überhaupt ein Streichen angeben lässt und die Schichten nicht doppelt gekrümmt sind — im Streichen der Schieferung laufen und eine Treppenseite in die Schieferungsrichtung fallen. Sharpe, der diesen Fall besonders erwähnt (l. c. pag. 118 ff.), bemerkt, dass sich dann manchmal eine förmliche Riffelung des Gesteins in der Streichrichtung der Schieferung zeige.

In noch anderen Fällen wird der Grenzverlauf zwischen zwei heterogenen Schichten resp. Schichtensystemen noch unregelmässiger, als bei

den genannten Treppen; es ist ein förmliches gegenseitiges Einkeilen oder Eintreiben erfolgt, der Grenzverlauf ist zickzackförmig u. s. w. — Ein ausgezeichnetes, in grösserem Maassstab ausgebildetes Beispiel derart, wo infolge der Schieferung (clivage) die Schichten auf die sonderbarste Weise, oft mehrere Meter tief in einander greifen und so die Schichtung ganz verwischt und die Lagerung auf den ersten Blick schwer verständlich wird, beschreibt A. Heim vom Griesstock. (Untersuchungen über den Mechanismus etc., Bd. I, pag. 74, nebst Abbildung.)

In kleinerem Maassstab ist diese Erscheinung, sowie das Umbiegen der Schieferung, ihr Schleppen und Absetzen an härteren Lagen etc. so verbreitet, dass es nicht nöthig erscheint, hier specielle Beispiele aus diesem oder jenem Gebirge anzuführen.

Wir könnten die Ablenkung der Schieferung in härteren Gesteinslagen und verwandte Erscheinungen auch als unmittelbaren Ausfluss eines allgemeinen Gesetzes bezeichnen, welches zu den wichtigsten dieses Gebietes der dynamischen Geologie zu rechnen ist und etwa so formulirt werden kann: Aus den verschiedenen Cohäsionsverhältnissen der dem Lateraldruck ausgesetzten Gesteine müssen sich locale Ablenkungen und Richtungsänderungen entwickeln, welche in der Nähe der Grenze heterogener Lagen ihren sichtbaren Ausdruck finden werden. Dieses Gesetz wirkt ebenso in grösstem Maassstabe in den Gebirgsmassen, als im kleinsten bei mikroskopischen Dimensionen.

(11) Daubrée ahmte diese Linearstructur künstlich nach, indem er aufeinandergelegte Bleiplatten durch seinen zu den Experimenten über Schieferung benützten Apparat gehen liess; nach dem Austreten zeigte sich auf den Bleiplatten eine durch das gegenseitige Ineinanderpressen bewirkte Streifung oder Riefung.

(12) Ausführlich behandelt diese Structur A. Heim in seinem w. o. schon citirten, ausgezeichneten Werke: »Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung etc.«, Th. II, S. 52 ff., nebst den zugehörigen, z. Th. nach mikroskopischen Dünnschliffen hergestellten Zeichnungen welche das Ausweichen der Gesteinsmasse vor dem Druck durch Verbindung weit getriebener Faltung mit Aufhebung des Zusammenhanges klar vor Augen führen. Heim bezeichnet diese Structur als »Ausweichungs-Clivage«.

Diese Ausweichungs-Clivage ist sozusagen ein unvollkommener Grad der Transversalschieferung. Es ist einleuchtend, wie durch die Faltungen und Fältelungen an sich schon ein Ausweichen vor dem Seitendruck angestrebt und bewerkstelligt wird. Finden nun zugleich Aufhebungen des Zusammenhanges in der Richtung normal zum Seitendruck statt, bilden sich entsprechende Flächen aus, längs welchen ein Gleiten der einzelnen Theile in der genannten Richtung erfolgt, so befördert dies weiterhin das Nachgeben und Ausweichen vor dem Seitendruck. Es ist ersichtlich, wie auf diese Weise die Gesteinsmasse in lauter einzelnen kleinen Theilen an einander verschoben werden kann, welche im Allgemeinen eine normal zum Druck flach ausgebreitete Form (als »flach linsenförmige Gesteinspartien« bezeichnet sie Heim) haben werden, ohne

dass im Innern dieser kleinen Theile die Structur verändert zu sein braucht. Die Gesteinsmasse gibt dem Druck durch die Seitenbewegung sehr kleiner Theile längs Ausweichungsflächen nach; in etwas grösserem Maassstabe, unter anderen Umständen und bei anderen Gesteinsmassen kann derselbe Vorgang durch die sog. »Rutschflächen« bewirkt werden.

Bei der eigentlichen, vollkommenen Transversalschieferung dagegen, wie wir sie bisher betrachtet haben, findet das Ausweichen, die Vertheilung der Wirkung des Seitendruckes ganz gleichmässig durch die gesammte Gesteinsmasse statt; nicht nur durch Vermittelung mehr oder weniger häufiger Ausweichungsflächen.

(13) Es zeigt sich dies z. B. an den A. Favre'schen Versuchen mit einem durch Contraction einer Kautschuk-Unterlage zum Falten gebrachten Thonstreifen. — Die Masse, in welcher sich wegen ihrer Nachgiebigkeit der Seitendruck nur successive fortpflanzt, staut sich hier an sich selbst, an ihrer Fortsetzung, und so kann sich ein Theil zu falten beginnen, während der Seitendruck noch nicht durch die ganze Länge fortpflanzt ist.

(14) Bezüglich der vollkommenen Schiefer des Fichtelgebirges sagt G ü m b e l (Geognost. Beschreib. d. Fichtelgeb., S. 641 f.), dass sich keine substanzielle Aenderung und mechanische Verschiebung der kleinsten Theilchen bemerkbar mache. »Die chemische Analyse weist wesentlich dieselbe Zusammensetzung in den nach Schieferung spaltbaren und nicht spaltbaren Schiefer nach, und auch bei einer Reihe von Untersuchungen an Dünnschliffen, welche nach allen Richtungen und an deutlichen Proben beider Arten angestellt wurden, konnte nicht die geringste Aenderung in der Lage oder Richtung der erkennbar kleinsten Mineraltheilchen, namentlich der so zahlreich vorhandenen Mikrolithen nachgewiesen werden.«

Denkt man sich eine homogene oder auch aus homogenen Schichten bestehende Gebirgsmasse, welche den Process der Faltung, Fältelung und zuletzt der vollkommensten Schieferung durchgemacht hat, so ist klar, dass dann jede Spur ehemaliger Schichtung verwischt sein muss; dieser Fall wird in der Natur immer nur an einzelnen Schichten oder Schichten-Systemen und Gebirgstheilen, nicht an ganzen Gebirgen vorkommen. — N a u m a n n (Lehrbuch der Geognosie, 2. Aufl., Bd. I, S. 952) bemerkt treffend: »Man kann behaupten, dass sich in ihren (der Schieferung) Wirkungen geradezu ein Bestreben zur A u s g l e i c h u n g aller jener Unregelmässigkeiten der Gesteinsstructur offenbart, welche durch die Aufrichtungen und Windungen der Schichten hervorgebracht wurden.«

(15) Vgl. D a n b r é e, Comptes rendus, tome 86, 1878, pag. 80 ff., 867 f. Zwei sich kreuzende Systeme von Sprüngen oder Flächen geringsten Zusammenhanges entwickelten sich gleichzeitig, einmal bei Beanspruchung auf Torsion, das andermal auf rückwirkende Festigkeit.

(16) Wir besprachen w. o. die kleingefältelte Structur als äusserstes Stadium des Schichtenfaltungsprocesses, als Zwischenzustand zwischen Faltung und Schieferung; ohne Zweifel ist sie dies in vielen Fällen. In manchen Fällen mag jedoch eine sehr feine Fältelung nach einer oder mehreren Richtungen, wie sie auf den Spaltungsflächen (die in diesem

Falle ursprüngliche Schichtungsflächen sind) gewisser, besonders »kristallinischer« Schiefer vorkommt, ursprünglicher Entstehung sein; wie dies für verschiedene Gesteine und Gegenden von verschiedenen Forschern behauptet wird. Diese Fältelung rührt dann aus der Zeit der Verfestigung der Gesteinsmasse her; auch für sie ist, was wohl zu beachten, eine mechanische Entstehung, bedingt durch die Contractionsverhältnisse des sich verfestigenden Gesteines, anzunehmen. Näher können wir darauf hier nicht eingehen.

An allen Stellen jedoch, wo eine solche feine Fältelung oder Linear-Structur in die Richtung einer deutlichen Transversalschieferung fällt, wird man Grund haben, an ihrer ursprünglichen Entstehung sehr zu zweifeln.

(17) Eine bestimmte gesetzliche Beziehung zwischen der Lage der Schichtung und der der Schieferung — so also, dass die Lage der letzteren aus den bekannten Schichtungsverhältnissen eines Gebirges stets zweifellos construirt werden könnte — ist noch nicht gefunden, und dürfte auch bei den complicirten Druckverhältnissen, welche in einem aus heterogenen Bestandtheilen aufgebauten Gebirge geherrscht haben müssen, sehr schwer herzustellen sein; um so schwieriger, je mehr Abweichung von regulärer Schichtung durch Eruptivmassen, unregelmässig begrenzte Kalkmassen etc. stattfindet.

Sharpe (vgl. dessen w. o. citirten Artikel, pag. 120 ff.) hat im cumbrischen Gebirge Englands derartige Beziehungen gesucht, ist jedoch zu keinem durchgreifenden Gesetz gelangt; er ging dabei noch von der alten Anschauung aus, einzelne Hebungsaxen anzunehmen und solche in den zwischengelagerten eruptiven Massen (trap) zu sehen. — Nach den Brüdern Rogers wären die Schieferungs-Ebenen im Allgemeinen den Axen-Ebenen der Sättel und Mulden parallel (Naumann, Lehrbuch der Geognosie, Bd. I. 2. Aufl., S. 953); was allerdings in dem einfacheren Falle, wo Schieferung und Schichtung dasselbe Streichen haben, sehr verständlich ist, indem, wie die Schieferung, so auch jene Ebenen normal auf die Druckrichtung zu erwarten sind. Dasselbe lässt sich ja auch im Kleinen, an Handstücken, beobachten.

(18) Biegung, Faltung, Fältelung, Schieferung einerseits, Zerreissung und Zerbrechung andererseits, können neben einander hergehen und gehen thatsächlich neben einander her. Während letztere meist unzweideutig einen erhärteten, starren Zustand der Gesteine erweist, lässt sich ein weicher, plastischer Zustand der Gesteine im Allgemeinen, wie gewisser Gesteine im Besonderen, aus den Biegungen etc. nicht so ohne weiteres folgern, wie es auf den ersten Blick wohl scheint. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich nämlich, dass diese Umgestaltungen und Verschiebungen der ursprünglichen Lage der Theilchen bei weitem häufiger, als der blosser Anschein zeigt, erst durch wirkliche Aufhebung des ursprünglichen Zusammenhanges, durch gewaltsame Verschiebung der Theilchen über ihre eigentliche Cohäsionssphäre oder Elasticitätsgrenze hinaus, also durch vielfach wiederholten Bruch, zu Stande gekommen sind; womit natürlich nicht gesagt ist, dass die jetzige Lage nicht eine neue Gleichgewichtslage

darstellen könnte. Diese Erklärung der oft auffallenden Faltungen etc. gilt um so mehr, je mehr das der mechanischen Einwirkung unterliegende Gestein ein krystallinisch angebildetes Gestein ist; bei amorphen Gesteinen, oder solchen, die aus einer Mischung amorpher klastischer und sehr kryptokrystallinischer Theilchen bestehen, ist eine innere gegenseitige Verschiebung auch ohne Mitwirkung von Brüchen verständlich; nicht so bei ganz krystallinischen, besonders phanerokrystallinischen, wo die Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen weit geringer ist, eben weil sie durch den krystallisirten Zustand in ihrer Cohäsionssphäre viel fester gebannt sind; hier muss wirkliche Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze, Bruch erfolgen, um Verschiebung zu bewirken. Diese Verhältnisse sind zu berücksichtigen, wenn man Biegungen und Falten (die manchmal recht eng werden und mit Anschwellungen und Verschmälerungen ursprünglich gleich dicker Lagen verbunden sein können) in krystallinischen Gesteinen, wie Quarzit und Kalkstein, verständlich finden will. Diese Verschiebungen der Masse können noch wesentlich begünstigt und gefördert werden durch Umsetzung von mechanischer Arbeit in chemische Wirkung, wie dies namentlich Sorby für den Kalkstein schon lange gezeigt und erst kürzlich wieder erwähnt hat. (Vgl. w. u.)

Wie anscheinend nur in plastischem Zustande mögliche Formveränderung sich doch erst durch, wenn auch nur mikroskopisch nachweisbare Sprünge und Zertrümmerung erklärt, hat Rothpletz für Quarzit (Quarzitgerölle mit Eindrücken) gezeigt. (Zeitschrift der deutschen Geolog. Gesellschaft, Bd. XXXI, 1879, S. 371 ff.)

Weist so die Art und Weise der mechanischen Wirkung auf einen krystallinisch starren, nicht weichen und plastischen Zustand der betreffenden Gesteine zu jener Zeit hin, so lassen sich auch noch Beweise anderer Natur in dieser Richtung anführen. Wir wollen, um nicht zu ausführlich zu werden, nur zwei derselben angeben. Für die meisten Kalksteine nämlich lässt sich durch eine genauere Untersuchung ihrer Structur, durch die Art und Weise wie die organischen Reste in ihnen eingebettet und erhalten sind, zeigen, dass sie schon bald nach ihrer Sedimentirung krystallinisch erstarrt sein müssen. Einen weiteren Beweis für relativ schnelle Erhärtung der Sedimentmassen liefert folgende Thatsache, welche man öfters angeführt findet: im geschichteten Gebirge kommt es manchmal vor, dass das Gesteinsmaterial einer gewissen Schicht in einer der nächst jüngeren Schichten, welche sich als Conglomerat verhält, in Form von Geröllen eingebettet wiederkehrt, eine Form, die es nur in festem Zustand, als wirklich schon verhärtetes Gestein erhalten haben kann.

Die Ansicht von einem weichen, plastischen Zustande der Gesteine zu der Zeit, als sie schiefrig wurden, wird von manchen Forschern übrigens noch festgehalten. Bei Daubrée z. B. tritt sie bei Gelegenheit der Discussion seiner Experimente über Schieferung (vgl. dessen oben citirten Artikel) wiederholt hervor.

Die Frage, ob und wie weit bei dem Vorgange der mechanischen Wirkungen, speciell der Schieferung, auch noch chemische Wirkungen,

solche nämlich, die sich aus Umsetzung mechanischer Arbeit erklären liessen, ins Spiel kamen — in der Art also, wie es oben für den Kalkstein nach Sorby angeführt wurde — streift allzusehr in das Gebiet des Metamorphismus, um sie hier zu behandeln; die Möglichkeit solcher chemischer Wirkungen, die auf die jetzige petrographische Beschaffenheit des Gesteines natürlich von Einfluss sein mussten, zugegeben, muss deswegen noch nicht wieder angenommen werden, dass die mechanischen Einwirkungen nicht schon ein wirklich verfestigtes Gestein vorgefunden hätten; zur Bildung eines solchen kann es nach erfolgter Sedimentirung der Masse an Zeit und Gelegenheit nicht gefehlt haben.

(19) Für das archaische Granulitgebirge Sachsens zeigt J. Lehmann (Sitz-Ber. der Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde, Bonn, 4. Aug. 1879) den zur Zeit der Faltung etc. vorhandenen starren Zustand insbesondere noch durch die zahlreich vorkommenden Zerbrechungen und Zertrümmerungen. Zugleich sucht er die trotz dieser Starrheit sehr weit gehenden und deshalb — auch ohne dass Schieferung da wäre — schwer verständlichen Faltungen mechanisch zu erklären und als möglich zu erweisen, namentlich durch bis zur mikroskopischen Kleinheit herabgehende Brüche und stoffliche Umänderungen.

Die archaischen Formationen Sachsens folgen der gewöhnlichen Regel: Das zu beobachtende Streichen der Platten oder Ablösungsflächen stimmt mit dem Streichen des Gesteinswechsels und der Grenzen zwischen den grösseren petrographisch verschiedenen Complexen; Streichen und Fallen wechseln öfters. Es kommt aber auch Transversalschieferung vor; so am Phyllit und Sericitgneiss (vgl. die Erläuterungen zu den betr. Sectionen der neuen geolog. Specialkarte des Königreichs Sachsen).

Im Fichtelgebirge ist nach G ü m b e l die Schieferung am Phyllit selten; am Glimmerschiefer sind manchmal Schieferungserscheinungen zu beobachten. (Geognost. Beschr. d. Fichtelgeb., S. 641, 165.)

Um noch ein anderes Beispiel anzuführen, hat Sharpe schon vor längerer Zeit den Mangel der Transversalschieferung an den krystallinischen Schiefen Schottlands hervorgehoben (die, wie er sich ausdrückt, nur one set of divisional surfaces namely those of foliation haben), im Gegensatz zu den transversal geschieferten Thonschiefen (stratified states). Sharpe nennt diesen Unterschied geradezu einen der wichtigsten in der Geologie. (Quarterly Journal, Bd. VIII, 1852.)

D a u b r é e, der, wie oben bemerkt, einen plastischen, thonähnlichen Zustand der Gesteine zur Zeit der Schieferung anzunehmen geneigt ist, spricht sich auch bezüglich der Parallelstructur der krystallinischen Schiefer dahin aus, dass dieselbe vielfach Schieferung sein könne. Das feuilleté des Gneisses dürfe nicht ohne weiteres als Schichtung genommen werden; die Glimmertafeln der krystallinischen Schiefer könnten sich erst durch den Schieferungsvorgang in ihre jetzige Lage begeben haben, oder erst später in den Schieferungsflächen entstanden sein. Insbesondere fasst er die Stellung und Structur der krystallinischen Schiefer der alpinen Centralmassive (die sog. Fächerstructur) als Resultat von Schieferungsvorgängen auf, welche er mit gewissen von ihm angestellten Schieferungs-

Experimenten direct vergleichen zu können glaubt. (Daubré's oben cit. Abhandl., pag. 544 ff.)

(20) Die Erklärung der alpinen Centralmassive ist das wichtigste und schwierigste Problem zum Verständniss des gesammten alpinen Gebirgsbaus, welches deshalb in den Arbeiten der alpinen, namentlich Schweizer Geologen bis in die neueste Zeit eine hervorragende Rolle spielt; eine allseitig acceptirte Lösung scheint noch nicht gefunden zu sein. — Ausführlich behandelt die Frage nach der localen Schieferung des Gneisses A. Baltzer im Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc., 1878, S. 465 ff. bis Schluss.

(21) Ungleich den meisten anderen Kalksteinen, welche die Form der eingebetteten Ammonitenschalen in ihrer ursprünglichen Rundung wiedergeben, verhalten sich die Solenhofener Plattenkalke; in ihnen finden wir die Ammonitenformen, geradeso wie in den Liasschiefern, comprimirt; diese Kalksteine müssen daher viel längere Zeit zu ihrer Verfestigung gebraucht haben, und dementsprechend sind sie auch viel schiefriger als die meisten anderen Kalksteine. (Zu vgl. hierüber Neumayr, Württemberg. Naturw. Jahreshfte, Jahrg. XXIV, 1868. Derselbe macht darauf aufmerksam, dass die Schiefrigkeit dieser Kalksteine mit zunehmendem Thongehalt zunimmt; der Thongehalt wird eben unter sonst gleichen Umständen die völlige krystallinische Verfestigung hinausschieben.)

Auch Thon- oder Lehmlager können eine Art von Schieferung erhalten, wenn der Druck, dem sie ausgesetzt waren, hinreichend stark war; dies wird z. B. von glacialen derartigen Massen, die als Grundmoräne ehemaliger continentaler sehr mächtiger Eisdecken aufzufassen sind, aus Nord-Amerika erwähnt; wo diese Thonmasse eine Zeit lang dem Einfluss der Atmosphäre ausgesetzt ist, kommt eine unvollkommene Schieferung (cleavage) parallel der Oberfläche zum Vorschein.

(22) Etwas anders verhält es sich in dem weiter oben behandelten Falle, wo dünnere Lagen von harter Beschaffenheit beiderseits von völlig geschieferter Masse eingeschlossen sind und relativ starke, deutlich sichtbare Verschiebungen in der Schieferungsrichtung stattgefunden haben, welche die härteren Lagen in einzelne, gegenseitig verschobene Stücke getrennt haben; hier haben sich Trennungen bei dem Schieferungsvorgange selbst gebildet, die indess nicht das Ansehen von Fugen oder Klüften haben müssen.

(23) Hierher gehörige Fälle führt Gumbel aus dem Fichtelgebirge an. (Geogn. Beschr. d. F. S. 172. 458). — Dem Verfasser sind solche aus dem Thüringischen Schiefergebirge bekannt. — Dana beschreibt (Americ. Journal of science etc. 1872. 3 ser. Vol. 3. p. 179) derartige Trennungsfugen aus dem Quarzit der Green Mountains. Er glaubt zur Erklärung einen noch nicht verfestigten Zustand des Quarzites annehmen zu müssen; eine Annahme, die wir nicht für geboten halten; vgl. w. o.

(24) Vgl. hierüber Zirkel, »Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine,« Leipzig 1873. S. 298, und die daselbst citirten Artikel von Sorby; bes. Neues Jahrbuch 1863. S. 801 ff.; ferner Quarterly Journal Geol. Soc. Vol. 35. 1879. Proceedings pag. 88 f.

(25) Die genannten Momente, nämlich chemische Umlagerung einerseits, und mit Bruch verbundene kleine Verschiebungen andererseits dürften vollständig genügen, um sämtliche Umformungen in den transversal gestreckten Kalksteinen verständlich zu finden. (Der Ausdruck Transversalstreckung scheint uns für solche Kalksteine besser als Transversalschieferung, weil eine wirklich vollkommene Spaltbarkeit, in der Art wie bei den Thonschiefern, bei dem nach wie vor krystallinischen Kalkstein doch kaum zu erwarten ist.) Selbst die abgeplatteten, in der Streckungsrichtung verlängerten Rhomboëder und krystallinischen Individuen möchten auf diese Weise erklärlich sein, wenn man sich das durch die chemische Wirkung in angegebener Weise ermöglichte Wandern der Moleküle aus der Druckrichtung in die Streckrichtung vergegenwärtigt, einen Vorgang, der wohl sehr langsam und allmählich stattfand; manche dabei entstandene Risse mögen durch Wiederausfüllung mit aus dem Zustand der Lösung wieder ankrystallisirender Substanz wieder verschwunden sein. — Eine wirkliche, die Elasticitätsgrenze nicht überschreitende Verschiebbarkeit der Moleküle innerhalb ihrer durch den krystallisirten Zustand bedingten Cohäsionssphäre anzunehmen, erscheint nach dem Obigen nicht nöthig; indess liessen sich hierfür die von Sorby beobachteten, verlängerten, rhomboëdrischen Individuen mit sattelförmigen Spaltungsflächen anführen.

(26) Zu vgl. Zirkel, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XIX. 1867. pag. 104, wo Beispiele angeführt werden, und dieses Verhalten auf Contractionsverhältnisse der sich verfestigenden Masse bezogen wird. — Ferner Daubrée, Comptes rendus, tome 86. 1878, p. 287. — Gümbel führt dasselbe Verhalten von Granit des Fichtelgebirges an (Geog. Beschr. d. F. pag. 135) und hält es für ein durch Druck bewirktes Structurverhältniss. — Der Granit zeigt bei dieser Spaltbarkeit nicht etwa Streckung der krystallinischen Körner oder ein dem Gneiss sich näherndes Gefüge, sondern ist ächter gleichmässig körniger Granit.

(27) Bei der genannten Spaltbarkeit des Granites und überhaupt bei der Transversalschieferung, wo es sich um ein Minimum von Cohäsion in ganz bestimmten Richtungen handelt, darf auch der Vergleich mit den Spaltungs- und den sog. Gleitflächen der Krystalle angestellt werden.

(28) Zu vgl. hierüber Reyer, Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt 1879. (Tektonik der Granitergüsse von Neudeck u. Karlsbad etc.) pag. 415 ff.

(29) Es kommt mitunter vor, dass gewölbeartige Schichtenbiegungen von radialer Zerklüftung betroffen sind, diese erscheint hier als das Resultat der Beanspruchung auf relative, oder eigentlich auf Zugfestigkeit.

(30) Das Nähere im Original-Artikel Daubrée's, Comptes rendus, tome 86. 1878. p. 77, 283, 428. —

Wo Schieferung und Parallelklüftung neben einander ausgebildet vorkommen, wird man im Allgemeinen der letztern spätere Entstehung zuzuschreiben haben als der ersteren; denn es ist anzunehmen, dass der Vorgang der Schieferung den ebenen und regelmässigen Verlauf etwa schon vorhandener Klüftflächen gestört und mehr oder weniger verwischt haben würde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [1880](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymus

Artikel/Article: [Anmerkungen und Zusätze 103-115](#)