

Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

Ueber die Plasticität der Gesteine.

Von E. Weinschenk in München.

Mit 1 Figur.

München, petrographisches Seminar, Februar 1902.

Die Erscheinungen der Gesteinsfaltung und Schichtenverbiegung, welche man in den mannigfaltigsten Formen fast allorts beobachten kann, führte die Geologen schon frühe zu der Ueberzeugung, dass das feste Material unserer Erdkruste nur innerhalb bestimmter Grenzen als starre Masse angesehen werden darf, während unter der Einwirkung mächtigen Druckes sich in derselben eine Art von plastischen Zustand einstellt. HEIM verdichtete diese Anschauungen zu seiner Theorie von der bruchlosen Faltung der Gesteine, welche die Plasticität als eine allgemeine Eigenschaft der Gesteine annimmt, die weniger von der Substanz derselben abhängig ist, als vielmehr von der Stärke eines unter mächtiger Belastung der Gesteine selbst wirkenden Seitendruckes. Diese Theorie, welche auf rein makroskopischen Beobachtungen fusst, konnte aber der fortschreitenden Forschung auf mikroskopischen Gebiete nicht Stand halten, indem unter dem Mikroskop die Fälle mehr und mehr reducirt wurden, bei welchen eine thatsächlich bruchlose Faltung vor sich ging, während weitaus in den meisten gefalteten Gesteinen die Erscheinungen einer inneren Zertrümmerung der Bestandtheile die Verbiegung der Schichten begleiten, bei diesen also von einer bruchlosen Faltung, von einem eigentlich plastischen Verhalten nicht die Rede sein kann.

Wenn wir die Erscheinungen in der Natur verfolgen, so müssen wir in erster Linie unterscheiden zwischen den aus feinen Elementen zusammengesetzten Schichten der sedimentären Formation und den compacten krystallinischen Gesteinen, bei welchen die einzelnen Bestandtheile durch meist grössere Dimensionen und namentlich durch eine charakteristische Art der Verwachsung unter einander sich von jenen unterscheiden.

Dass z. B. ein thoniges Gestein ein ziemlich hohes Maass von Biegsamkeit und Deformirbarkeit besitzt, hat nichts auffallendes an sich; die kleinsten Schüppchen von glimmerartiger Beschaffenheit, aus welchen das Gestein zusammengesetzt ist, gleiten leicht an einander vorüber und befähigen so das Gestein selbst, seine äussere Form zu verändern, einem Drucke leicht nachzugeben. Den höchsten Grad erreicht diese Plasticität bei den knetbaren Thonen, sie tritt um so mehr zurück, je stärker das Gestein verhärtet ist, aber auch den härtesten Thonschiefern wohnt, soweit die mächtigen Wirkungen gebirgsbildender Kräfte unter starker Belastung in Frage kommen, ein hohes Maass von Plasticität inne. Solche Gesteine erscheinen in zahlreichen Fällen bruchlos gefaltet.

Betrachten wir als zweite Gruppe die Kalksteine, so finden wir bei diesen gleichfalls ein hohes Maass von Plasticität. Die Erscheinungen aber, welche uns die Kalksteine unter der Einwirkung gebirgsbildender Processe darbieten, sind doch etwas abweichend von dem an den Thonschiefern beobachteten. Während bei diesen die eine Plasticität bedingende Verschiebung der einzelnen Theile im Allgemeinen ohne eine Aenderung der Gesteinsstructur vor sich geht, sehen wir nicht selten unter der einfachen Einwirkung des Gebirgsdrucks dichte Kalke ein mehr oder minder deutliches krystallinisches Gefüge annehmen, und man wird daraus schliessen dürfen, dass die Plasticität der Kalke in einer leichten Verschiebbarkeit nicht der Körnchen selbst, welche sie zusammensetzen, sondern deren kleinster Theile, der Moleküle beruht, welche leicht an einander gleiten.

Diese lange bekannte Eigenschaft der Kalksteine, der dichten sowohl wie der krystallinischen, wurde im vergangenen Jahr durch F. C. ADAMS und J. TH. NICOLSON¹ auch experimentell nachgewiesen, und damit in erster Linie der Beweis erbracht, dass bruchlose Faltung und Umformung, soweit Kalksteine in Betracht kommen, thatsächlich möglich sind. Als Beitrag zu derselben Frage will ich zunächst in Folgendem einige Beobachtungen zusammenstellen, welche genau auf dieselben Beziehungen hinweisen, wie jene experimentellen Untersuchungen selbst.

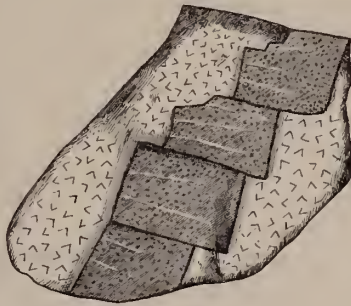
In der Gegend von Wunsiedel im Fichtelgebirge, speciell in der Richtung gegen Sinatengrün treten im Granitcontact ausgedehnte Lager von vorherrschend weissen, körnigen Kalken auf, die im Allgemeinen nur sehr unvollkommen geschichtet sind, aber von zahlreichen Gängen durchsetzt werden, welche ähnlich wie jene in den körnigen Kalken von Auerbach a. d. Bergstrasse die Zusammensetzung von dichten Feldspathamphiboliten haben und sich durch schwarzgrüne Farbe vom lichten Marmorhintergrund abheben. Ursprünglich waren diese Gesteine wohl lamprophyrische

¹ An experimental investigation into the flow of marble. Philos. transact. roy. soc. London 1901, 195, 363.

Gänge, vielleicht vom Character der Minetten; da sie aber älter sind als die Intrusion der Granite, haben sie im Gefolge dieser eine contactmetamorphe Veränderung erlitten, so dass sie zu einem den ursprünglichen Character nicht mehr verrathenden feinkörnigen Gemenge von blaugrüner Hornblende mit Plagioklas, Quarz und Titan-eisen wurden, welches deutliche Spuren einer Parallelstructur parallel zu den Salbändern der Gänge zeigt.

Diese Bildungen erweisen sich als eigentliche Gänge und nicht als schichtenartige Zwischenlagerungen dadurch, dass sie in durchaus unregelmässiger Weise und in den verschiedensten Richtungen die Kalke durchsetzen, dass sie da, wo durch Aufnahme von Graphit oder von Phlogopit eine Schichtung des Kalkes einigermaassen hervortritt, dieser nicht parallel zu verlaufen pflegen, und dass sie sich endlich in der mannigfaltigsten Weise verästeln und vergabeln. Ihre Mächtigkeit ist wechselnd: von 1 m bis zu einem Centimeter und darunter schwanken die Quermaasse.

Durch den Mechanismus der granitischen Intrusionen und in deren Gefolge wurden diese Gesteinscomplexe von mannigfachen Deformationen betroffen. Die begleitenden Schiefergesteine sind gefaltet und gefältelt; im Kalk selber allerdings sind die Faltungen nur in geringem Maasse zum Ausdruck gekommen, indem hier die Schichtung zu wenig hervortritt. Doch beobachtet man öfter ein eigenthümliches Verhalten der dunklen Gänge, welche manchmal ganz zerstückelt sind und in eine Reihe rektangulärer Stäbe zerlegt erscheinen, welche gegen einander verschoben sind, wie das die Figur im Querbruch eines Handstücks zeigt. Alle Einbuchtungen und Zwischenräume sind von dem durchaus normal beschaffenen weissen Marmor ausgefüllt. Parallel zu seiner Richtung zeigt der Gang, obwohl er recht scharf an dem Kalk absetzt, einen schmalen schattenartigen Saum, welcher denjenigen Theilen fehlt, die erst durch die Zerbrechung in Contact mit dem Kalk gekommen sind. U. d. M. beobachtet man, dass der feinkörnigen Masse des Amphibolits ausser an den schon mit blossen Auge sichtbaren Zerbrechungsstellen und den zwischen diesen hindurchsetzenden Klüftchen jede Kataklase fehlt; an diesen Klüften aber ist die Schieferung des Amphibolits meist etwas geschleift. Der ursprüngliche Contact des Ganges mit dem Kalk wird bezeichnet durch ein schmales, sehr feinschuppiges, sericitisches Band, jenseits dessen der schon makroskopisch hervortretende dunkle Saum sich als ein Gemenge grösserer, oft stark corrodirt Hornblendeindividuen mit Kalkspath zu erkennen giebt. Darauf



folgt meistens direct der normalkörnige Kalk, seltener ist eine feinkörnige Zwischenlage desselben Minerals vorhanden. An den Ecken ist der dunkle Saum öfter ganz weggerissen und schwimmt dann in einiger Entfernung mitten im Kalk.

Dagegen grenzt an dem durch die Zerreissung hervorgebrachten Contact der Kalk direct an das Ganggestein an, höchstens legt sich noch ein dünnes chloritisches Häutchen dazwischen. Der Kalkspath ist hier meist zunächst an der Grenze feinkörniger, nimmt aber sofort normale Beschaffenheit an. Während nun der Kalk im Allgemeinen, d. h. in einer weiteren Entfernung von solchen gebrochenen Gängen die normale Structur eines Contactkalkes aufweist, beobachtet man hier ungemein mannigfaltige mechanische Phänomene. Die zahlreichen Zwillinglamellen der einzelnen Körner sind mannigfach gebogen, an besonders starken Biegungsstellen stellt sich eine so eng verlaufende Querlamellirung ein, dass man es mit einem Faserbruch zu thun zu haben glaubt. Neben den normalen Zwillinglamellen durchsetzen jüngere, absetzende, wohl auf Gleitungen zurückzuführende Lamellirungen die Körner, welche oft einseitig so zusammengequetscht sind, dass die Zwillinglamellen sich aufs innigste berühren, während sie nach der anderen Seite des Kornes fächerartig auseinandergehen. Einige der Körner sind in den durch den Bruch hervorgebrachten Winkel direct hineingepresst, sie sind dabei in allen Ebenen deformirt, haben aber ihren inneren Zusammenhang nicht eingebüsst, andere sind um die hervorstehenden Ecken wie eine Schale herumgelegt, während gegenüber von diesen weitgehenden Biegungen eigentliche Zertrümmerungen kaum hervortreten.

Bemerkenswerth ist noch das Verhalten gerundeter Quarzkrystalle, welche der Marmor allorts umschliesst. Auch diese lassen die Spannung, der sie ausgesetzt waren, deutlich erkennen, einige sind direct zerbrochen, andere und zwar die meisten zeigen eine deutliche Kataklastenstructur, aber im Gegensatz zu der völligen Homogenität selbst der am stärksten gebogenen Kalkspathkörner giebt sich der Erscheinung am Quarz als Zertrümmerung zu erkennen und die einzelnen, optisch etwas abweichenden Theile, in welche ein solches Korn zerlegt ist, sind durch feine, aber wohl erkennbare Bruchlinien von einander getrennt. Quarz und Kalk, welche hier zusammen einer gleichen Spannung ausgesetzt waren, verhielten sich unter derselben sehr verschieden und was zu den mannigfachen homogenen Verbiegungen der Kalkspathkörner führte, wirkte zertrümmernd auf den Quarz.

Die Erscheinung erklärt sich wohl in folgender Weise: Unter dem hohen Druck, von welchem die Intrusion des granitischen Magmas gefolgt war, besass der Kalk ein hohes Maass von Plasticität, während die demselben eingeschalteten schmalen Gänge von Amphibolit, ebenso wie die Quarzkrystalle sehr viel spröder waren. Bei der Umbiegung bot der plastische Kalk für das spröde Gestein

kein hinreichendes Widerlager; dieses zerbrach und der Kalk bequeme sich den eckigen Bruchstücken desselben an, indem er plastisch sich der neu entstandenen Form anschmiegte; also ganz analog zu den Kalkeylindern in der oben citirten Abhandlung. Ob dabei die hohe Temperatur allein, oder diese in Verbindung mit einer Dampfdurchtränkung diesen hohen Grad von Plasticität hervorbrachte, ist an sich gleichgültig, jedenfalls waren beide Agentien in jenem Stadium der Gesteinsumbildung vorhanden.

Ein zweites Beispiel dieser Art stammt aus dem *Cirque d'Arbizon* in den Pyrenäen; ich sammelte dasselbe auf der von A. LACROIX geleiteten Exkursion des internationalen Geologencongresses. In den ungemein intensiv gefalteten und gefältelten Contactzonen eines Granites wechseln in dünnsten Lagen dichte, harte Hornfelse mit körnigem Kalk, welcher Vesuvian und Granat führt. Die beiden Gesteinstypen sind auf das mannigfachste durcheinander geknetet und häufig beobachtet man, dass die Sättel und Mulden der Hornfelse radiale Risse aufweisen, welche von dem körnigen Kalk ausgefüllt werden, der, ebenso wie im ersten Fall, im Dünnschliff erkennen lässt, dass er plastisch in die Fugen hineingepresst wurde, ohne dabei im allgemeinen eine kataklastische Beschaffenheit anzunehmen.

Auch die durch das Vorkommen des *Eozoon bavaricum* bekannt gewordene Kalkeinlagerung im »Gneiss« am Steinhag bei Obernzell stellt meines Erachtens einen Beweis dar für die grosse Plasticität des Kalkes im Gegensatz zu den meisten Silikatgesteinen. Die in Betracht kommenden »Gneisse« sind in Zusammenhang mit granitischer Intrusion äusserst stark zusammengepresste und gefältete, ursprünglich sedimentäre Schiefer, welche von Granit völlig injicirt sind, und die nicht selten schmale, aber weithin aushaltende Lagen von Kalk mit Contactmineralien umschliessen.

Wenn man von Obernzell her dem Weg zum Steinhag folgt, so beobachtet man schon kurz, nachdem der Anstieg begonnen hat, eine schmale, meist nur wenige Centimeter breite Kalklage zwischen den Schiefer, welche den Weg in den mannigfachsten Windungen begleitet. Dieselbe ist an den Sätteln und Mulden der Schichten häufig etwas aufgebauscht, an den Schenkeln dagegen meist von geringerer Breite. Plötzlich schwillt diese schmale Schicht zu einer Mächtigkeit von 10—15 m an, indem die einschliessenden Schiefer nach beiden Seiten äusserst stark divergiren. In annähernd gleicher Mächtigkeit hält die Kalkmasse ca. 20—25 m lang an, um dann rasch sich wieder auszukeilen und sich in Streichen als schmale Lage fortzusetzen.

Die durch einen grossen Steinbruch aufgeschlossene Kalkmasse zeigt keine deutliche Schichtung, aber eine eigenthümliche Flammung, welche durch die Vertheilung der einst als *Eozoon* bezeichneten Serpentinpartieen entsteht, die sich oft in ungemein stark gefalteten Lagen durch den weissen Kalk hindurchziehen.

Die Beobachtung an Ort und Stelle lässt keinen Zweifel, dass die mächtige Kalklinse und die schmale Kalklage äquivalente Bildungen sind. Da es sich ferner um ursprünglich normale Sedimente handelt, welche ihre krystallinische Beschaffenheit erst durch die Contactmetamorphose erhielten, so ist die Möglichkeit überhaupt ausgeschlossen, dass es sich hier um eine primäre Lagerungsform der Gesteine handelt. Man wird annehmen müssen, dass bei der Faltung der Schiefer sich zwischen diesen eine schwache Stelle dort gebildet hat, wo die Kalkeinlagerung vorhanden war, und dass der Kalk in den mehr und mehr sich aufbauchenden Hohlraum hineingepresst wurde, wodurch sich gleichzeitig seine Mächtigkeit in der weiteren Erstreckung bedeutend reducirte.

Im Gegensatz zu der Anschoppung des Kalkes am Steinhag, steht die Auszerrung analoger Gesteine in andern Gebieten, die ebenso wie das hier gegebene Beispiel die hohe Plasticität des Kalksteins beweist, für welche besonders im Gebiete der Alpen so zahlreiche Beispiele vorhanden sind, dass auf die Aufzählung einzelner Beispiele verzichtet werden kann.

Nun kommt aber die andere Seite der Angelegenheit, welche sich auf die für die gesamte dynamische Geologie so eminent wichtige Frage zuspitzt, ob dasselbe plastische Verhalten, welches am Thonschiefer und Kalkstein sicher nachweisbar ist, auch andern z. B. den krystallinischen Silikatgesteinen eigen ist, d. h. ob den Gesteinen im Allgemeinen die Fähigkeit zukommt, im Sinne HEIM's sich bruchlos falten zu lassen.

Der Schluss der Abhandlung von ADAMS und NICOLSON scheint dies als durchaus wahrscheinlich vorauszusetzen, ich will hier, wenn das Verhalten der Quarzkörner im Kalk von Wunsiedel nicht beweisend genug ist, noch einige weitere Daten geben, aus welchen mit ziemlicher Sicherheit hervorgeht, dass in dem Grad der Plasticität bedeutende Unterschiede zwischen den Mineralien vorhanden sind, und dass man die am Kalk erhaltenen Resultate durchaus nicht ohne Weiteres verallgemeinern darf.

Betrachten wir nur den Dolomit, so ist dessen durchaus abweichendes Verhalten durch zahlreiche Beobachtungen nachgewiesen. Wenn wäre nicht die eigenthümliche Beschaffenheit des sog. Hauptdolomites unserer Kalkalpenzone bekannt, welcher in seinem innersten Wesen zerdrückt und zernahmt ist und nichts weiter darstellt als eine authigene Breccie, deren einzelne, kleine, scharfeckige Scherben später zu einem einigermaassen zusammenhaltenden Gestein wieder verkittet sind, dessen Zusammenhalt aber unter dem Einfluss der Atmosphärien sich löst, woraus sich die eigenartige Beschaffenheit des aus diesem Dolomit hervorgehenden Verwitterungsmaterials ergibt. Der mit dem Dolomit wechsellagernde Kalk dagegen zeigt meist keine Breccienstructur, sondern eine durchaus compacte, etwas krystallinische

Beschaffenheit, und er zerfällt auch nicht unter dem Einfluss der Atmosphärrillen zu Schutt.

Die eigenthümliche, zuckerkörnige Structur gewisser anderer alpiner Dolomite ist ebenso ein Anzeichen ihrer äusserst geringen Plasticität, und wir beobachten, trotz der Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung, weitgehende Unterschiede in physikalischer Richtung, die sich auch in der Seltenheit der als Gleitung aufzufassenden Zwillingslamellirung nach — $\frac{1}{2}$ R beim Dolomit ausspricht.

Ist nun aber der Unterschied zwischen chemisch so nahe verwandten Substanzen in Bezug auf die Plasticität so bedeutend, wie derjenige zwischen Kalkspath und Dolomit, so wird noch viel mehr Vorsicht zu empfehlen sein, wenn es sich um den Vergleich von Kalken mit ganz abweichenden Gesteinen, namentlich mit Silikatgesteinen handelt. In dieser Beziehung sind in den letzten Jahrzehnten unzählige Beobachtungen gemacht worden, welche insgesamt darauf hinauslaufen, dass eine bruchlose Umbiegung gemengter Silikatgesteine nur innerhalb sehr enger Grenzen möglich ist. Zunächst kommt in Betracht, dass die verschiedenen Silikate, welche an der Zusammensetzung eines solchen Gesteines theilnehmen, sich gegen Druck und Zug sehr verschieden verhalten, so dass bei einer Gesteinsverbiegung sehr mannigfaltige Componenten in Betracht kommen, indem z. B. der Glimmer, in geringerem Maasse auch die Hornblende- und Pyroxenminerale weitgehende Deformationen aushalten können, ohne ihren innern Zusammenhang einzubüssen, während andere wie z. B. Quarz oder Olivin einer Umbiegung den grössten Widerstand entgegensetzen und nach Ueberwindung desselben eine Lösung des Zusammenhaltes erfahren, deren Erscheinung uns das Mikroskop in der sogenannten Kataklasstructur enthüllt. Eigentlich plastisch aber, wie es z. B. der Kalkspath unter hohem Drucke ist, dürfte keines der übrigen in Betracht kommenden Mineralien sein, und wenn auch z. B. die Glimmer in höchstem Maasse sich den Windungen und Faltungen der Gesteine anpassen, so formen sie sich doch nicht bruchlos jeder Oberfläche an, auf welche sie durch gewaltigen Druck gepresst werden. Die Erscheinungen der bruchlosen Dehnung und Auszerrung, welche man so schön am Kalkspath beobachten kann, finden sich bei andern gesteinsbildenden Mineralien höchstens in ganz untergeordnetem Maasse.

Experimentelle Untersuchungen haben ergeben, dass z. B. der Quarz ein ungemein sprödes Mineral darstellt und übereinstimmend damit zeigt die Beobachtung der Gesteine unter dem Mikroskop, dass die geringste Einwirkung mechanischer Kräfte auf ein Quarz-führendes Gestein die Zertrümmerung dieses Minerals zur Folge hat, wodurch der Quarz geradezu zum Gradmesser für die mechanische Gesteinsumformung wird.

Die Veränderung der Form, welche beim Kalkspath wohl als Gleitung in weitestem Maasse möglich ist, führt beim Quarz zur Aufhebung des Zusammenhangs, zum Bruch. Eine Streckung und Auswalzung der einheitlichen Krystalle von Quarz, wie sie von FUTTERER z. B. zur Erklärung der sogenannten Kaulquappen-quarze von Thal unfern Eisenach in Thüringen als wahrscheinlich betrachtet wird, widerspricht allen Beobachtungen, welche wir an diesem Mineral sonst machen.

Man hat schon versucht, die Plasticität als eine gleichmässige allen festen Körpern innewohnende Eigenschaft zu erklären, welche durch einen hinlänglich grossen Druck allenthalben in Erscheinung tritt, wobei als hauptsächlichster Unterschied zwischen hoch plastischen und wenig plastischen Substanzen sich ergeben würde, dass die ersteren schon bei verhältnissmässig geringem Druck eine Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen aufweisen, welche aber durch Drucksteigerung bei den letzteren in demselben Maasse hervorgerufen werden könnte. Demgegenüber ist zu betonen, dass das, was man in diesem Sinne als Plasticität bezeichnet, eine der Substanz innewohnende physikalische Eigenschaft ist, welche im Allgemeinen zwar bei langsamer Steigerung des Seitendruckes und enormer Belastung viel vollkommener in die Erscheinung tritt, als wenn die bewegende Kraft eine rasch aufsetzende ist, welche unter geringer Belastung wirkt. Aber es giebt für die Möglichkeit der homogenen Deformation, welche diese Art von Plasticität bedingt, ebenso sicher einen je nach der in Betracht kommenden Substanz verschiedenen kritischen Punkt, etwa wie für Schmelz- und Siedetemperatur, eine feste Grenze, jenseits dessen der weiter gesteigerte Druck unter jeder denkbaren Belastung zu einer Lösung des inneren Zusammenhangs des Krystalles führt.

Noch complicirter werden die Verhältnisse, wenn nicht, wie bisher angenommen, eine Art von Krystallkörnern allein, sondern deren mehrere an der Zusammensetzung eines Gesteins theilnehmen, die wieder unter sich bedeutende Differenzen in der Plasticität aufweisen. Betrachten wir in dieser Beziehung das jedenfalls wichtigste der in Frage kommenden Gesteine, den Gneiss, so besteht dieser normalerweise aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Bei einer Biegung und mechanischen Umformung überhaupt wird das letzte Mineral jedenfalls den grössten Grad von Plasticität aufweisen, da aber im Durchschnitt wenige Glimmerblättchen zwischen viel Quarz und Feldspath eingebettet sind, so wird in erster Linie das Verhalten der letzteren Mineralien für das Maass der Plasticität des ganzen Gesteins bezeichnend sein. Die verhältnissmässig untergeordnete Menge des Glimmers wird von den spröden Mineralien Feldspath und Quarz zerdrückt werden, und an Stelle der bruchlosen Faltung tritt eine Zermalmung des ganzen Gesteins, die um so intensiver hervortritt, je weiter die mechanische Einwirkung sich erstreckte.

Es ist nichts weniger berechtigt, als das Uebertragen der Schlüsse, die man aus dem Verhalten des Kalksteins gezogen hat, auf einen unter gleichartigen Verhältnissen befindlichen Gneiss.

Noch unverständlicher aber und von den thatsächlichen Verhältnissen in noch grösserem Maasstabe abweichend sind die Hypothesen, welche die Entstehung der Parallelstructur der sogenannten »Gneisse« überhaupt aus einer Einwirkung mechanischer Kräfte auf richtungslose, krystallinische Gesteine ableiten. Die Entstehung einer Parallelstructur in einem richtungslos-körnigen Gestein nach dessen Verfestigung setzt doch wohl voraus, dass einzelne Mineralindividuen unter der Einwirkung des Druckes eine zu diesem senkrechte, unter sich mehr oder minder parallele Lage einnehmen, welche ihnen von Anfang an nicht zukam, d. h. dass in dem jetzt als Gneiss vorliegendem Gestein die zuerst in beliebiger Orientirung vertheilten Glimmerblättchen innerhalb des festen Gesteins sich drehen und wenden konnten, ohne dabei ihre Homogenität einzubüssen. Wenn überhaupt ein derartiger Process innerhalb eines festen Gesteins von physikalischem Standpunkt aus denkbar wäre, so dürfte doch jedenfalls der weiche und milde Glimmer, welcher zwischen den spröden und harten Gemengtheilen sich hindurchzuwinden versucht, mehr oder minder vollständig zerrieben werden, während Quarz und Feldspath dabei einer inneren Zertrümmerung anheimfallen. Statt des oft recht grobkörnigen, aus zum Theil wenigstens nicht verletzten Mineralindividuen bestehenden parallelstruirten Gesteins, dessen Schieferung durch die grösseren, einheitlichen Glimmerfasern bezeichnet wird, müsste eine detritische Bildung treten, in welcher vor allem der Glimmer vollständig seine Einheitlichkeit eingebüsst hätte.

Ich möchte bei dieser Betrachtung indess immer noch einen hervorragenden Unterschied festhalten zwischen solchen Gesteinen, welche als Nebengesteine einer Verwerfung auftreten, wie dies z. B. für die Pfahlschiefer des bayrischen Waldes oder die kürzlich von RHEINISCH¹ beschriebenen Zerreibungsproducte von Graniten und Diabasen in der Lausitz gilt, und solchen, welche unter allseitig gleichmässiger Belastung ganz langsam und allmählig in die Wirkungssphären der gebirgsbildenden Processe gezogen wurden. In ersterem Falle wird die ganze Umbildung einen viel ungleichmässigeren Charakter an sich tragen, schwächere Stellen erscheinen auf das Vollkommenste zerrieben, kompaktere und festere Gesteinspartien haben mehr oder minder ihre ursprüngliche Beschaffenheit gewahrt und die mikroskopische Diagnose eines derartig umgewandelten Gesteins wird ein Bild darbieten, in welchem der hervortretendste Punkt der Wechsel zwischen zertrümmerten und nicht zertrümmerten Gesteinspartien ist.

¹ R. RHEINISCH, Druckproducte aus Lausitzer Biotitgranit und seinen Diabasgängen. Abh. Schr. Leipzig 1902.

Anders werden die Erscheinungen sich zu erkennen geben in einem Gestein, in welchem unter mächtiger Belastung der Ansatz der bewegenden Kräfte langsam und allmählich ohne heftige Potenzen vor sich geht. Das ganze Gestein steht in all seinen Theilen unter gleichmässiger Spannung, die sich aber auch hier nicht etwa in der Weise auslöst, dass einer oder der andere Bestandtheil in dem festen Gestein seine Lage ändert, sondern vielmehr dadurch, dass der kritische Punkt der Plasticität der vorherrschenden Gemengtheile gleichmässig im ganzen Gestein überschritten wird, und diese mehr oder minder vollständig, jedenfalls aber viel gleichmässiger als im ersten Fall zertrümmert werden. Dabei können in den meisten Fällen die biegsameren und plastischeren Gemengtheile recht gut erhalten bleiben, eine Parallelstructur aber wird höchstens dadurch hervorgebracht, dass bei der Gesteinszermalmung parallele Klüfte das Gestein durchsetzen, auf welchen sich durch die Wirkung irgend welcher Agentien Neubildung von Mineralien einstellt, welche sich diesen feinsten Klüften parallel legen. Die ursprünglichen Gesteinsgemengtheile aber behalten, soweit sie nicht in den Process chemischer Veränderungen mit einbezogen werden, ihre ursprüngliche Lage bei. Durch rein mechanische Einwirkung auf ein festes Gestein ist die Entstehung einer Parallelstructur in demselben undenkbar, dieselbe kann eventuell durch begleitende chemische Processe hervorgebracht werden, ist aber dann stets in einer chemischen Veränderung des Gesteins bedingt. Eine solche unterscheidet sich aber auf das Vollkommenste von jenen Erscheinungen der Parallelstructur, welche z. B. in den Randzonen der centralgranitischen Massive unserer Alpen auftreten, in welchen die parallele Orientirung der ursprünglichen, normalen und nicht veränderten Gesteinsgemengtheile die Parallelstructur der »Gneisse« hervorbringt. So wenig Möglichkeit aber für die Glimmerblättchen vorhanden ist, sich in dem festen Gestein zu parallelen Lagen zusammenzufinden, ebenso undenkbar ist es, dass die grösseren Einsprenglinge von Orthoklas, welche ursprünglich in beliebiger Richtung in einem porphyrtartigen Granit eingewachsen waren, ihre Lage ändern. Alle Theorien, welche bis heute über die Entstehung der Augen-gneissstructur aufgestellt worden sind, müssen absolut voraussetzen, dass die Feldspathkrystalle, welche uns jetzt als parallel angeordnete Augen entgegentreten, schon vor der vollen Verfestigung des Gesteins diese Orientirung besessen haben müssen. Sind diese Augen doch nicht etwa beliebige Reste von grösseren Krystallen in beliebiger Orientirung, sondern vielmehr krystallographisch stets ähnlich orientirte Individuen, in welchen die Längsflächen des Feldspaths die grösste Ausdehnung des »Auges« bezeichnet, welche gleichzeitig in dem ganzen Gestein parallel liegen. Durch die einfache mechanische Umformung wäre eine secundäre Orientirung der Feldspathaugen absolut undenkbar.

Vor mir liegt eine Stufe porphyritartig ausgebildeten Granites aus der Vallée d'Ariège in den Pyrenäen, das einer stark zerriebenen Stelle des granitischen Massives neben einer Verwerfung entstammt. Da es sich hier offenbar nicht um einen unter allseitiger Belastung einsetzenden Seitendruck handelt, sondern vielmehr um eine verhältnissmässig rasch wirkende Zertrümmerung, so zeigt der Dünnschliff das Bild, welches oben skizzirt wurde, Stellen völliger Trituration wechseln mit solchen, welche nur in geringem Maasse von der Zerreibung betroffen sind. Die stark zerriebenen Partien haben ein äusserst feinkörniges, detritisches Gefüge mit nicht zu übersehender Schieferung, zwischen welchen augenartig gröber körnige Stellen erhalten sind, die meist der Parallelstructur der feinkörnigen sich anschmiegen. Dazwischen sind kleinere und grössere Einsprenglinge von Orthoklas vorhanden, die von den mechanischen Einwirkungen selbst in ihrer äusseren Form kaum beeinflusst erscheinen und mit scharfen Kanten und Ecken von dem zertrümmerten Gestein sich abheben, die aber noch weniger eine Drehung irgend welcher Art erlitten haben, sondern in dem stark zertrümmerten und geschieferten Zwischenmittel ebenso wie in den besser erhaltenen Gesteinspartien vollständig richtungslos eingewachsen sind.

Müssen wir nun auch hier wieder den Unterschied festhalten zwischen Gesteinen, welche durch rasch wirkende Processe zertrümmert wurden und solchen, bei welchen eine durchaus allmähliche Ueberspannung der Plasticität stattfand, so muss betont werden, dass für die Wendung und Drehung von grösseren Einsprenglingen, welche die reine mechanische Zertrümmerung überdauert haben, doch wohl in einem völlig in seinem innersten Gefüge zertrümmerten Gestein die Möglichkeit viel grösser ist, als in einem solchen, in dem der Hauptsache nach die Form der ursprünglichen Gemengtheile erhalten blieb, wie dies in den centralalpinen Augengneissen der Fall ist.

So führen alle Betrachtungen über die Plasticität der Mineralien wie der Gesteine zu einem Resultat, welches von den heute in den weitesten Kreisen angenommenen Theorien in allen Hauptzügen abweicht. Und wenn jetzt auch die Plasticität des Marmors experimentell erwiesen ist, so haben wir darin nur eine Bestätigung zahlreicher Beobachtungen, welche schon früher an Kalksteinen gemacht worden sind. Für das plastische Verhalten anderer Mineralien, als Kalkspath, sei es dass es sich um die Entstehung paralleler Structuren in ursprünglich richtungslosen Gesteinen handelt, sei es dass damit die bruchlose Faltung der Gesteine überhaupt im Sinne Heim's gemeint ist, wird durch diese Experimente, soweit sie bisher bekannt gemacht sind, nicht das Geringste bewiesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [1902](#)

Autor(en)/Author(s): Weinschenk Ernst

Artikel/Article: [Ueber die Plasticität der Gesteine. 161-171](#)