© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspathwürfel sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen.

Von **F. Rinne** in Hannover.

Die Festigkeitsverhältnisse der Gesteine sind in technischer aber auch in geologischer Hinsicht bedeutsam. Sie hängen ab von der Natur der das Gestein zusammensetzenden Mineralien und von ihrem Verbande, ganz ähnlich wie ein Bauwerk, z. B. eine Brücke, durch die Art des verwandten Materials und durch die Anordnung der Bautheile in ihrem technischen Wesen charakterisirt wird. Leider ist bei den zahlreichen Bestimmungen der Festigkeitsverhältnisse von Gesteinen dieser grundlegende Gedanke meist nicht gewürdigt; auch sind die Untersuchungen über die Festigkeit der einzelnen gesteinsbildenden Mineralien noch sehr spärlich, abgesehen von den eingehenden und interessanten Beobachtungen an Quarz, Feldspath, Kalkspath, Steinsalz u. a., bei denen die Beanspruchung innerhalb der Elasticitätsgrenze blieb. Die Kenntnisse über das Verhalten gesteinsbildender Mineralien bei einer Beanspruchung über diese Grenze hinaus bis zum Bruch sind bislang, insbesondere bei den Mineralien der Eruptivgesteine, noch sehr gering. Es ist somit recht erwünscht, dass weitere Versuche in dieser Hinsicht angestellt und ihre Ergebnisse veröffentlicht werden.

Wenn nun zwar auch erst sehr zahlreiche Daten eine richtige Würdigung der in Betracht kommenden Verhältnisse ermöglichen, so möchte ich mir doch im Hinblick auf die bislang nur sehr spärlich vorliegenden Erfahrungen gestatten, eine kurze Notiz über solche von mir angestellte Versuche hier zu machen, zumal weitere Untersuchungen, bei denen die gewonnenen Ergebnisse verwandt werden könnten, von mir zunächst nicht beabsichtigt sind.

I. Quarz.

Der Quarz zeigt, wie bekannt, keinen grade besonders hohen Dehnungswiderstand. Sein Elasticitätsmodul beträgt etwa die Hälfte desjenigen von Stahl[1], es ist nämlich in Richtung der Hauptaxe E = 10304 bezogen auf kg/qmm, senkrecht dazu nur 7853 und im Maximum 13158.

In Bezug auf Druckfestigkeit erwies sich der Quarz bei meinen Versuchen als ungemein widerstandsfähig.

Es kommt bei solchen Experimenten darauf an, die Belastung festzustellen, unter welcher ein Probewürfel zusammenbricht. Zum Zwecke des Vergleichs ist es nöthig eine Normalgestalt für die Untersuchungen festzusetzen. Während bei Gesteinen Würfel von 5—7 cm Kantenlänge für die Beobachtung der Druckfestigkeit üblich

---

[1] Bei Stahl ist E = etwa 20000. Der höchste beobachtete Elasticitätsmodul ist der an Korund. Bei diesem Mineral ist in Richtung der Hauptaxe E = 52000.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind, erscheint im Hinblick auf die meist geringe Grösse der Krystalle gesteinsbildender Mineralien ein Würfel von 1 cm Kantenlänge wohl am zweckmässigsten. Natürlich müssen die Druckflächen eben sein, damit die Belastung gleichmässig auf die parallelen Druckflächen vertheilt werden kann.

Die untersuchten Würfel waren von Voigt & Hochgesang in Göttingen aus einem grossen Bergkrystall vom St. Gotthard herausgeschnitten. Das Material war optisch einheitlich. Die Druckflächen gingen der Basis parallel, die Seitenwürfelflächen entsprachen einer Protoprismen- und einer darauf senkrechten Deuteroprismenfläche sowie den betreffenden parallelen Gegenflächen. Als Apparat wurde eine SCHENK'sche Maschine im Laboratorium meines Collegen FRESE benutzt. Sie vermag den bedeutenden Druck von 50000 kg auszuüben.

Es ist nicht leicht, die Versuchsbedingungen richtig zu erfüllen, zunächst Probewürfel mit ganz ebenen und genau planparallelen Druckflächen herzustellen, ferner die Druckflächen glatt anzulegen. Fehler in der Hinsicht beeinflussen natürlich das Resultat sehr beträchtlich, und scheint es gerathen, nur den Maximalwerth zu berücksichtigen, denn die oben erwähnten Hauptfehler veranlassen eine Verkleinerung der beim Versuch sich ergebenden Druckfestigkeitszahl.

Es ergab sich, dass bei sorgfältiger Herstellung des Probewürfels und genauster Einstellung des Präparats bei den angestellten Versuchen der Quarz im Maximum den ganz ausserordentlich grossen Druck von

15364 kg/qcm, also rund **15000 kg/qcm**

aushielt. Der Würfel brach also erst zusammen, als auf seiner nur 1 qcm grossen Druckfläche das Gewicht von $1^1/_2$ Wagenladungen ruhte.

Diese ausserordentlich hohe Belastung entspricht dem Druck, den eine Gesteinssäule von etwa 57000 m Länge ausübt.

Natürlich ist nicht ausgeschlossen, dass Quarz noch etwas höheren Druck erträgt; denn wenn auch sorgfältig angestrebt wurde alle Fehler zu vermeiden, so ist nicht ausgeschlossen, dass dennoch solche untergelaufen sind. Es lässt sich also nur sagen, dass eine maximale Druckfestigkeit von rund 15000 kg/qcm bei Quarz beobachtet ist. Bei anderen Versuchen wurden Werthe von nur 11000 kg/qcm, ja auch von 8000 und 7000 kg/qcm beobachtet. Allem Anschein nach liegt dies an den wie erwähnt schwer zu vermeidenden Versuchsfehlern, anderseits daran, dass die Probewürfel schon durch andere Versuche, die zur Bestimmung des Elasticitätsmoduls gemacht wurden, beansprucht waren, und sie zum Theil schon Risse enthielten, ehe sie auf Druckfestigkeit geprüft wurden. Solche Würfel können natürlich nur niedrigere Zahlen als unbeanspruchte sie liefern geben. Erwähnt sei noch, dass bei dem als Musterwürfel angeführtem Präparat bei 11500 kg Belastung mit dem charakteristischen Knistern der erste Riss sich einstellte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Interessant ist die Heftigkeit, mit welcher der plötzliche Zusammenbruch der Quarzwürfel erfolgte. Es geschah dies förmlich explosionsartig, sodass die zermalmten Theile mit grosser Gewalt umherspritzten. Beim Zusammenbruch flammten die Würfel mit selbst bei Tageslicht sehr kräftig erscheinendem grünen Lichte auf.

II. Feldspath.

Viel weniger widerstandsfähig erwiesen sich Würfel aus Orthoklas von Hirschberg, Schlesien. Bezüglich des Elasticitätsmoduls stehen sich Quarz und Feldspath nicht so sehr fern. Es wird als Elasticitätsmodul angegeben bei Adular in Richtung der Normalen auf der Basis 8120, für Sanidin 7710. Der widerstandsfähigste Orthoklaswürfel (mit Basis als Druckflächen und Klinopinakoid sowie einem Flächenpaar senkrecht Basis und Klinopinakoid als Seitenflächen) ergab bei meinen Versuchen als Druckfestigkeit

1730 also rund 1700 kg|qcm.

Der erste Riss stellte sich bei 1500 kg Belastung ein. Ein anderer Würfel wurde bei gleichfalls rund 1700 kg|qcm Druck zermalmt, ein dritter schon bei 1250 kg|qcm.

Zur Beurtheilung der Versuche an Quarz und Feldspath ist noch zu erwähnen, dass der Fortschritt der Belastung ziemlich schnell geschah, sodass vom Beginn der Beanspruchung bis zum Bruch nur wenige Minuten (etwa 5—10) verstrichen.

III. Glimmer.

An Muscovit von Connecticut stellte ich einige Versuche zur Ermittelung der Zugfestigkeit an. Zu dem Zwecke wurde eine Glimmerplatte in schmale Streifen zerschnitten und zwar so, dass bei den einen die Längsrichtung der Präparate, bei anderen die Querrichtung der Streifen der Richtung der charakteristischen Linie der Schlagfigur parallel verlief. Das Zerreissen geschah in einer Maschine von Schopper. Die Zeitdauer jedes Versuches betrug, von der Beanspruchung bis zum Bruch gerechnet, etwa 1—2 Minuten.

In folgender Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt.

1. Charakteristische Linie der Schlagfigur ($\| \infty P\bar{\infty}$ (010)) parallel der Längsrichtung der Glimmerstreifen.

Einspannlänge mm	Mittlere Dicke mm	Mittlere Breite mm	Zugfestigkeit kg|qcm	Bruchaussehen
68	0,127	15	31,9	schieferig
70	0,077	15	29,0	„
104	0,1336	15	31,3	„
106	0,1334	15,2	32,2	„
			Mittel **31,1**	

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2. Charakteristische Linie der Schlagfigur ($\| \infty P \bar{\infty}$ (010)) quer zur Längsrichtung der Glimmerstreifen.

Einspannlänge mm	Mittlere Dicke mm	Mittlere Breite mm	Zugfestigkeit kg/qcm	Bruchaussehen
64	0,096	15	23	schieferig
65	0,108	15	24,7	„
70	0,029	15,3	25,4	„
120	0,242	19,1	24,8	„
157	0,208	20,4	28,3	„
			Mittel **25,2**	

Aus obigen Ergebnissen tritt zunächst heraus, dass die Zugfestigkeit des Glimmers eine sehr bedeutende ist und an die des Schmiedeeisens heranreicht. Sie bleibt aber bedeutend unter der von Stahl, für den mindestens 50 kg/qcm Zugfestigkeit verlangt wird. Anderseits ist die Zugfestigkeit des Glimmers bedeutend grösser als die der meisten Gesteine. So beträgt diese Zahl für festen Granit etwa 50—80 kg auf den qcm, rechnerisch also nur 0,5—0,8 kg auf den qmm. Dieser Gegensatz erklärt sich daraus, dass es sich bei den obigen Zahlen für die Zugfestigkeit von Glimmer um die Zerreissung eines Individuums (um die sog. Individualfestigkeit) handelt, während die Trennung bei einem Granit hauptsächlich wohl nach den Korngrenzen verläuft, es sich dabei also besonders um die Verbandfestigkeit (Aggregatfestigkeit) handelt.

Vom krystallographischen Standpunkte aus ist von Interesse zu sehen, dass die Zugfestigkeitszahlen für die Glimmerstreifen, bei denen die versteckte Spaltbarkeit quer zur Längs- und Zugrichtung der Präparate geht, die niedrigeren, im Mittel 25,2 kg/qcm sind, bei den Streifen, deren Längsrichtung mit der Richtung der versteckten Spaltbarkeit zusammenfällt, also die höheren, nämlich im Mittel 31,1 kg/qcm. Es ist dies auch nicht anders zu erwarten, da die Richtungen senkrecht zu Spaltflächen ja relative Cohäsionsminima sein müssen.

Von Wichtigkeit ist es zu vermerken, dass eine Regelmässigkeit in den Zahlen nur heraustritt, wenn es sich um eine gleichartige Bruchbeschaffenheit handelt. Bei den in der Tabelle angeführten Versuchen ergab sich jedes Mal mehr oder minder ausgesprochener schieferiger Bruch, d. h. es lagen nach dem Zerreissen nicht zwei durch einen scharfen, gradlinig verlaufenden Riss wie durch einen Scheerenschnitt getrennte Theilstücke vor, sondern die Bruchzone setzte sich aus Blättern verschiedener Dicke und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Länge zusammen, sodass es den Anschein erweckte, als seien die Glimmer parallel der Hauptspaltbarkeit wie Blätter ineinander geschobenen Papieres auseinandergezogen.

Bei einem Präparat erfolgte der Bruch mit glattem Quersprung und in diesem Falle war die Zugfestigkeitszahl weit höher als beim Zerreissen mit schiefrigem Bruch. Es handelte sich dabei um einen Streifen, bei dem die versteckte Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ (010) quer zur Längsrichtung des Präparats verlief. Er ergab folgendes Resultat:

Einspannlänge mm	Mittlere Dicke mm	Mittlere Breite mm	Zugfestigkeit kg/qmm	Bruchaussehen
40	0,08	15	43	glatt

Dieser Streifen kam somit bei glattem Bruch fast an die Minimalzugfestigkeit von Stahl heran.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Glimmerstreifen im Laufe des Versuchs sich regelmässig, und zwar gleich welcher Orientirung sie waren, mit einem System zahlreicher, feiner Querspältchen bedeckten.

Die obigen Versuche wurden in den Laboratorien meiner Collegen Prof. Frese und Geheimrath Fischer ausgeführt. Für freundliche Hülfe durch Rath und That bin ich den Assistenten Herrn Aschoff, v. Rössler und Ziegler sehr zu Dank verpflichtet.

Ueber die Fauna des Mt. Promina in Dalmatien und das Auftreten von Oligocän in Macedonien.

Von Dr. **Paul Oppenheim** in Charlottenburg-Berlin.

Im verflossenen Frühjahre habe ich eine umfangreiche Monographie der Eocänablagerungen in der österreichisch-ungarischen Monarchie abgeschlossen und in Wien publicirt[1], in welcher auch die Altersfrage der kohlenführenden Schichten am Mt. Promina in Dalmatien einer eingehenden Erörterung unterworfen wurde[2]. Vor kurzem erschien nun aus der Feder des Herrn Giotto Dainelli[3]

[1] Ueber einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beiträge zur Palaeontologie Oesterreich-Ungarns. XIII. Wien 1901. p. 145 ff.

[2] l. c. p. 190.

[3] Il miocene inferiore del Mt. Promina in Dalmazia. Palaeontografia Italica. VII. Pisa 1901. p. 235 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Berichtigung zu:

Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspathwürfel sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen. Von F. Rinne in Hannover.

In dem oben erwähnten Aufsatz (Centralblatt No. 9) ist ein sich wiederholender, sinnstörender Druckfehler von mir übersehen worden, der sich zwar als solcher aus dem Zusammenhange leicht erkennen lässt, indess hier ausdrücklich verbessert werden mag.

Wie in den Tabellen über die Zugfestigkeit der Glimmerstreifen die Maasse von Einspannlänge, Dicke und Breite in mm angegeben sind, so bezieht sich auch die Angabe über die Zugfestigkeit des Glimmers stets auf kg|qmm, nicht auf kg|qcm. Ebenso muss es bei der zum Vergleich herangezogenen, bekannten Minimal-Zugfestigkeit von Stahl kg|qmm heissen.

Die Schlussfolgerungen werden durch diese Druckfehler natürlich nicht berührt.

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): Rinne Friedrich

Artikel/Article: Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspathwürfel sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen. 262-266