

das Salzkammergut, sowie die Umgebungen von Graz und Leoben werden vor der Session besucht. Nach der Session finden sodann weitere Excursionen statt, welche die Dolomitgebiete Tirols, die Etschbucht, die westliche und centrale Region der hohen Tauern, die Gegend von Predazzo, sowie die karnischen und julischen Alpen betreffen. Ein besonderer Ausflug zur Besichtigung der Glacialgebiete der österreichischen Alpen steht ebenfalls auf dem Programm und dergleichen eine grössere Excursion nach Bosnien und Dalmatien.

Bei einem Theil der erwähnten Ausflüge, insbesondere bei den meisten Excursionen in die Alpen, muss die Zahl der Theilnehmer auf eine bestimmte Zahl beschränkt bleiben. Bei anderen, wie insbesondere bei den Ausflügen nach Böhmen und in die Umgebung von Graz, wird von einer derartigen Beschränkung zunächst abgesehen. In einigen Fällen, wie insbesondere bezüglich Bosniens und Dalmatiens, werden nähere Angaben erst in einem späteren Circular erfolgen.

Am Schlusse des Rundschreibens wird endlich noch Kenntniss gegeben von einer Einladung der ung. geol. Gesellschaft nach Budapest und von einer unter Führung dieser Gesellschaft von den Congressisten zu unternehmenden Reise nach der unteren Donau.

Erdrutschung in der Bukowina. Aus einer Mittheilung des k. k. Landes-Regierungs-Präsidiums in Czernowitz geht hervor, dass die Gemeinde Theodorestie in der Bezirkshauptmannschaft Suczawa im Monate Mai dieses Jahres von einer Erdrutschung im Umfange von 600 bis 700 Quadratklaftern betroffen wurde, welche eine Senkung des Terrains um 4 bis 5 Meter herbeiführte. Bereits früher wurden solche Bewegungen in kleinerem Maßstabe beobachtet, doch, wie auch diesfalls, brachten sie niemals eine Gefährdung der Ortschaft selbst mit sich. Als Ursache wird eine Unterspülung durch Sickerwässer angenommen.

Eingesendete Mittheilungen.

August Rosiwal. Ueber weitere Ergebnisse der technischen Untersuchung von Steinbaumaterialien. — Quarz als Standard-Material für die Abnützbarkeit. — Eine neue Methode zur Erlangung zahlenmässiger Werte für die „Zähigkeit“ der Gesteine.

Im Anschluss an die in diesen Verhandlungen 1899, Nr. 6 u. 7, gegebenen Mittheilungen „Ueber einige neue Ergebnisse der technischen Untersuchung von Steinbaumaterialien“ seien im Folgenden zunächst die Resultate jener einschlägigen Studien mitgetheilt, welche ich dort bei Besprechung der „Beziehungen zwischen der Abnützbarkeit und Druckfestigkeit“¹⁾ bereits berührt hatte, als auf die Unsicherheit hingewiesen wurde, welche die Benützung irgend einer Schmirgelsorte als abnützendes Material —

¹⁾ A. a. O. S. 217 [14]—219 [16].

wie sie ja die Beanspruchung am Bauschinger'schen Apparate erheischt — infolge der grossen Variabilität der Qualität des Schmirgels zur Folge hat.

Ehe in die Beschreibung der bezüglichen Versuche eingegangen wird, sei in dieser Hinsicht nochmals auf die seinerzeit citirten ¹⁾ Resultate über die von mir gemachten Härtebestimmungen des Naxos-Schmirgels hingewiesen, wobei unter sieben untersuchten Proben bei directer Härtebestimmung an ganzen Stücken des Schmirgels die Durchschnittshärte der einzelnen Proben zwischen 320 und 714 pro mille der Härte des reinen Korunds, bei der Bestimmung des Schleifwertes des Pulvers der Proben von egal 0·2 mm Korngrösse beim Abschleif einer Bergkrystallplatte aber Schwankungen von 466 bis 990 pro mille des Schleifwertes gleich feinen Pulvers des reinen Korunds an derselben Bergkrystallplatte gefunden wurden.

Die Folgen dieser Unbeständigkeit der Qualität selbst derselben Nummer für Messungszwecke, also der Abnützbarkeit, wie sie am Bauschinger'schen Apparate erhoben wird, habe ich bereits betont, da es unmöglich ist, zeitlich wie örtlich stets Schmirgel von genau demselben Schleifwerte zur Verfügung zu haben, bezw. zu liefern.

Neben diesem Umstande führte mich zu den weiterhin zu beschreibenden Versuchen das Bestreben, die den Steinmaterialprüfungen der Technik dienenden Methoden, wo es nur irgend angeht, so einfach zu gestalten, dass deren praktische Anwendung nicht auf besondere maschinelle Einrichtungen complicirter Art angewiesen sei, deren nur die wenigen Prüfungsanstalten theilhaftig werden, sondern dass womöglich jede Betriebs- oder Consum-, ja sogar Baustelle mit geringen Mitteln in die Lage versetzt würde, zuverlässige Messungen der massgebenden Qualitätsgrössen ihres Materials durchzuführen.

Um in dieser Hinsicht nur ein Beispiel anzuführen, sei darauf verwiesen, welch grosse Verschiedenheit in den Materialqualitäten fast jeder einzelne Steinbruch je nach der bruchörtlichen Entnahmestelle aufweist, da selbst beim Abbau eines geologisch einheitlichen Formationsgliedes das Mass der Frische, bezw. der Verwitterungsgrad örtlich derart qualitätsdifferenzirend wirkt, dass von constanten Masszahlen für die Bruchproducte keine Rede sein kann. Wie wichtig muss es da für jeden grösseren Betrieb sein, die zahlenmässigen Qualitätsgrenzen selbst kennen zu lernen, um darnach sowohl den Abbau als auch die Material-Sonderung und Lieferung auf diejenige präcise Basis stellen zu können, wie sie für andere Constructionsmaterialien längst allgemein gefordert wird.

Ich beginne also diese Ausführungen zunächst mit der Beschreibung meiner vereinfachten Methode zur Bestimmung der Abnützbarkeit von Gesteinsmaterialien, welche ich seit 5 Jahren an der k. k. geologischen Reichsanstalt eingeführt und bei allen technischen Gesteinsprüfungen zur Anwendung gebracht habe.

¹⁾ A. a. O. S. 218 [15].

A. Eine vereinfachte Methode zur Bestimmung der Abnützbarkeit.

Dieselbe schliesst sich zum Theile an das von Bauschinger eingeführte Verfahren¹⁾ an, ist aber andererseits mehr als eine Modification — sozusagen Vergröberung — der von mir für die Härtebestimmungen durch Schleifen²⁾ in Verwendung stehenden Methode aufzufassen.

Während am Bauschinger'schen Apparate die die abnützende Schmirgel-Beschickung tragende Gusseisenscheibe durch maschinellen Antrieb in Rotation versetzt und unter der darauf lastenden abzunützenden Materialprobe hinweggeführt wird, bildet in meiner Zusammenstellung eine starke, circa 1 m² grosse Gusseisenplatte die ruhende Unterlage für die darüber hinweggeführten Probekörper. Sie ersetzt also gleichsam die viel kleinere polirte Glasplatte bei der Härtebestimmung.

Die zweite wesentliche Vereinfachung liegt darin, dass die Probekörper mit freier Hand in kreisförmiger Bewegung von constantem Durchmesser über das auf die Platte aufgetragene Schleifmaterial hinweggeführt werden. Dadurch entfällt der umständliche maschinelle Antrieb.

• **Belastungsgrösse.** Diese Vereinfachung hat nun allerdings zwei Nachtheile gegenüber der Bauschinger'schen Maschine im Gefolge, von denen jedoch nur einer untrennbar an der Methode haftet. Es ist klar, dass bei der abscheuernden Wirkung des angewendeten Schleifmaterials der Druck auf die abzunützende Fläche einen Hauptfactor für die Grösse des der Messung zu Grunde liegenden Substanzverlustes der Probe bildet. Dieser, die Beanspruchung bestimmende gleichmässige Druck kann nun selbstredend nicht durch die freie Hand ausgeübt werden, sondern es muss bei der Kreisbewegung des Probestückes sorgfältig vermieden werden, diese anders, als bloß im Sinne der horizontalen Weiterbewegung durch Ueberwindung des Reibungswiderstandes zu bewerkstelligen; die führenden Hände dürfen auf die Abnützungsfläche nicht drücken. Dies ist Sache einer leicht zu erringenden Uebung seitens des die Bewegung der Probestücke ausführenden Manipulanten.

Der für die Abnützung massgebende Druck wird durch directe Belastung der meistens würfelförmigen Probestücke ausgeübt, und zwar zweckmässig in der Weise, dass mittelst Leisten ein einfaches Holzkästchen auf den Probewürfel abhebbar aufgesetzt wird, das die Gewichtsbelastung (Schrott oder Bleistückchen) aufnimmt.

Die Grösse dieser Belastung hat aber bei der verfügbaren motorischen Kraft zweier Arme bald eine Grenze, wenn die Drehbewegung leicht und gleichmässig stattfinden soll, so dass Drücke von 30—40 kg, wie sie am Bauschinger'schen Apparate normal sind, nicht angewendet werden können. Mehrfache Versuche in

¹⁾ Mittheilungen aus dem mechan.-techn. Laboratorium der kgl. technischen Hochschule in München, Heft 11 und 18.

²⁾ Neue Untersuchungsergebnisse über die Härte von Mineralien und Gesteinen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1896, S. 475—491.

dieser Richtung haben ergeben, dass über 10 *kg* Druckbelastung, also beim 7 *cm*-Würfel, das sind 49 *cm*² Abnutzungsfläche über 0.2 *kg* pro *cm*² = 0.2 Atmosphären, nicht gut hinausgegangen werden kann. Diese Grenze wurde auch in allen Versuchen eingehalten, als normal für diese Methode jedoch nur der Druck von 0.1 Atmosphäre zu Grunde gelegt.

Da es sich bei der in Rede stehenden Methode aber nicht darum handelt, den Bauschinger'schen Apparat einfach zu ersetzen, sondern darum, auf einem zwar analogen, aber einfacheren Wege zahlenmässige Relativwerte für die Abnutzbarkeit zu erlangen, so messe ich diesem Umstande kein zu grosses Gewicht bei gegenüber dem Vortheile, der in der leichten Ausführbarkeit der Methode liegt, umsomehr, als das Motiv Bauschinger's für die Grösse des von ihm in Anwendung gebrachten Druckes — die Proportionalität der Abnutzung bei dieser Druckgrösse zur Menge des pro 10 Touren aufgegebenen Schmirgels — infolge der gleich zu erwähnenden anderen Art der Beschickung hier vollständig entfällt.

Umdrehungsdurchmesser. Noch leichter wiegt eine zweite dimensionelle Verschiedenheit, die wohl kaum als Nachtheil in's Gewicht fällt. Die Grösse des freihändig einzuhaltenden Drehungskreises lässt sich durch Armbewegung nicht gut auf 1 *m* Durchmesser (98 *cm*, Bauschinger) steigern. Auch hier muss sich die „menschliche Maschine“ mit geringerem Masse begnügen, so dass für alle Versuche eine kreisförmige Bahn von 60 *cm* Durchmesser als normal eingehalten wurde, beziehungsweise einzuhalten ist.

Beschickung. Abweichend von dem Principe Bauschinger's, welches durch ständige Erneuerung des Schleifmaterials (Neuauftragen von je 20 *g* Schmirgel Nr. 3 nach je 10 Touren) eine constante Beschaffenheit der abscheuernden Reibungsfläche erzielen will, habe ich mich entschlossen, die Abnutzbarkeit durch die Verwendung einer für alle Probematerialien gleichen einmaligen Menge des Schleifmittels pro 100 Touren zu bestimmen, und die Grösse des bei 100 Touren erzielten Substanzverlustes der Messung der Abnutzbarkeit zu Grunde zu legen. Es ist dies eine theilweise Uebertragung des Toula'schen Principes der Härtebestimmung auf unseren Fall, jedoch mit der Einschränkung, dass die Zerreibung nicht — wie bei den feinen Pulvern der Härtebestimmung — bis zur Unwirksamkeit des Schleifpulvers fortgesetzt wird, sondern auf den Betrag der Abnutzung durch die ersten 100 Touren beschränkt bleibt.

Es läge nun allerdings gar nichts im Wege, den Wechsel des Schleifmaterials genau so vorzunehmen, wie es am Bauschinger'schen Apparate geschieht, und nach je 10 Touren eine neue Portion desselben an die Stelle der zum Theile zerriebenen ersten Beschickung aufzutragen. Dadurch würde die Bedingung der Gleichmässigkeit der abscheuernden Fläche nahezu erfüllt sein, ebenso wie am Bauschinger'schen Apparate.

Die erstrebte Einfachheit und Schnelligkeit des Verfahrens liessen mich aber von der allzuweit gehenden Copirung des oft-

genannten Vorbildes abgehen und unter Aufgabe des genannten Principes zu Gunsten einer leichteren Handhabung der einmaligen Beschickung für 100 Touren — die ja zur Gewinnung von Relativwerten vollends ausreicht — den Vorzug geben.

Im Sinne der in der praktischen Verwendungsart des Materials vorkommenden Beanspruchung auf Abnützbarkeit — speciell die Anwendung zu Pflasterungszwecken als bestimmend ins Auge gefasst — habe ich mich auch dazu entschlossen, die Korngrösse des abnützenden Materials (Schleifpulvers) möglichst gross zu wählen. Die Versuche wurden aber auch nebenher vergleichsweise auf feinkörniges Schleifmaterial ausgedehnt.

Aus den anfänglichen Vorstudien bei dem Ausproben der Methode ergab sich als zweckmässigste Menge der Beschickung das Mass von 0.4 g Schleifmaterial pro cm^2 der abzunützenden Fläche, das sind also 19.6 g Schleifmaterial für die 7 cm-Würfelfläche, die als normale Beanspruchungsfläche nach dem Vorgange Bauschinger's beibehalten wurde.

Als Schleifmaterial wurde anfänglich, sowie in der Folge bis zur Ausgestaltung der Methode grober Naxos-Schmirgel verwendet, dessen Korngrösse (Mittel aus grösster Längs- und Querdimension der Körner) = 1.19 mm betrug¹⁾.

Der Schleifwert dieser Schmirgelsorte betrug, am Quarzplattenabschliff mit reinem Korund von beiderseits gleichmässig 0.2 mm Korngrösse nach der Härtemethode verglichen, 736 pro mille der Korundhärte.

Auch für die anderen Beschickungs- (Abschleif-)Materialien wurde dieselbe Gewichtsmenge (0.4 g pro cm^2 der abgenützten Fläche) beibehalten. Alle in der Folge zu beschreibenden Versuche wurden am trockenen Material durch trockenen Abschleiff vorgenommen.

Abführung der Probe. Der Vorgang, der bei der Abführung der Proben einzuhalten ist, ergibt sich nach dem Gesagten in folgender einfacher Weise. Die gut getrockneten Probestücke (7 cm-Würfel oder Platten vom 49 cm^2 Schlifffläche) werden zunächst einem vorherigen Anschleiff durch dasselbe Beschickungsmaterial unterworfen, damit nicht die wechselnde Anfangsbeschaffenheit der abzunützenden Fläche die Versuchsergebnisse beeinflusst.

Nach dieser Vorbearbeitung der Fläche wird der Probekörper auf der Tarawage auf 0.01 g genau gewogen. Die Beschickungsportion wird auf der Gusseisenplatte längs des Umfanges eines (mit Kreide darauf gezeichneten) Kreises vom 60 cm Durchmesser gleichmässig vertheilt und nun der, wie oben angegeben, belastete Probekörper mit beiden Händen dem Kreisumfang in stets paralleler Lage entlang geführt. Das Anfassen bei der Rundbewegung desselben bewirkt, dass für jede Kreisbewegung der Probekörper relativ zur Richtung seiner Bahn auch eine ganze Drehung um seine Achse beschreibt, die ritzenden Körner also nicht immer parallel, wie am Bauschinger-Apparate, sondern nach allen Richtungen abscheuernd einwirken. Ich halte

¹⁾ Als Handelsbezeichnung wurde für diese Sorte „Nr. 10^{1/2}“ angegeben.

das für einen Vortheil zur Erlangung richtiger Durchschnittswerte bei Körpern, die nicht gleichmässig massige Structur besitzen.

Je zehn Kreisbewegungen mit dem Probekörper erfordern 20 bis 30 Secunden Zeitaufwand. Nach je zehn solcher aufeinanderfolgender Touren wird der Probekörper abgesetzt, das durch die Bewegung auf der Reibfläche ausgebreitete Schleifpulver wieder mit Hilfe eines Pinsels gleichmässig auf den 60 cm-Kreis gestrichen und eine neuerliche Folge von zehn Touren gemacht und so fort, bis alle 100 Touren absolvirt sind. Die nach der Abstäubung vorgenommene Wägung der Probe gibt den Gewichtsverlust pro 100 Touren als Erhebungsmass für den Grad der Abnützbarkeit. Dasselbe wird mit Hilfe der Dichte auf den Volumenverlust umgerechnet, dem ja die Abnützbarkeit direct proportional ist.

B. Bestimmung des Bauschinger'schen Abnützwertes mit Hilfe der vereinfachten Methode.

Lässt man den Grundeinwand gegen die Bauschinger'sche Methode zunächst unberücksichtigt und nimmt man an, dass die nach beiden Methoden zur Anwendung gelangenden Schmirgelsorten, in ausreichender Quantität beschafft, wenigstens in dieser Lieferung je im selben Fasse von gleichbleibender, abnützender Qualität bleiben, so lässt sich durch Parallelversuche nach beiden Methoden auf empirischem Wege leicht jene Verhältniszahl finden, welche die Umrechnung der nach der vereinfachten Methode gefundenen Abnützwerte auf die durch den Bauschinger'schen Apparat durch 200 Umdrehungen seiner Scheibe bewirkte Abnützungsgrösse gestattet.

Hiezu konnte ich bei der Ausarbeitung der geschilderten Methode vor Jahren zunächst zwei Angaben aus der einschlägigen Literatur benützen.

1. Durch die Güte des verewigten Professors Bauschinger war ich seinerzeit zur Abführung meiner Härtebestimmungen in den Besitz einiger Probestücke kleineren Formats seines als „Normalstein“ bezeichneten Granites von Nabburg (Bayern) gelangt, dessen Abnützbarkeit in der erwähnten Publication Bauschinger's für trockenen Abschiff bei 200 Touren 3·7 bis 4·3 cm^3 , im Mittel also 4·0 cm^3 beträgt.

Nun ergab das neue Verfahren:

Fläche des Probekörpers: 16·35 cm^2 ,

Beschickung für 100 Touren: 16·35 \times 0·4 = 6·54 g Schmirgel grob,

Belastung der Probe: 16·35 \times 0·1 = 1·635 kg.

	Gewichtsverluste gewogen	Gewichtsverluste pro 49 cm^2 Abnützungsfläche ¹⁾
Erste 100 Touren .	0·54 g	1·62 g
zweite 100	0·57 g	1·71 g
dritte 100	0·48 g	1·44 g
vierte 100	0·52 g	1·56 g
Mittel	0·53 g	6·33 : 4 = 1·582 g

¹⁾ Gefunden aus den gewogenen Gewichtsverlusten durch Multiplication mit dem Flächenverhältnis 49 cm^2 : 16·35 cm^2 .

entsprechend einer Volumsabnahme von $V = 1.582 : 2.65$ (spec. Gewicht) = 0.597 cm^3 .

Das Umrechnungsverhältnis stellt sich daher für die Bauschinger'sche Abnutzungszahl für 200 Touren zu dem nach der vereinfachten Methode pro 100 Touren gefundenen Volumsverlust wie

Bauschinger	Neue Methode
4.0 cm^3	$0.597 \text{ cm}^3 = 6.70.$

2. Als zweite Parallelbeobachtungsreihe diente die Abnutzbarkeit an einigen Proben von Wiener Pflaster-Granit, welche seitens der Firma Hauser ohne nähere Angabe der Bruchprovenienz geliefert wurden. Die auf 49 cm^2 Abnutzungsfläche reducirten Gewichtsverluste nach der neuen Methode pro 100 Touren waren:

Würfel 1 „Mauthausen, schleifbar“, Mittel aus	400 Touren	1.81 g
2 „Neuhaus, schleifbar“, Mittel aus	700	1.58 g
3 „Mauthausen, Pflasterstein“, Mittel aus	400	1.82 g
4 „Neuhaus, Pflasterstein“, Mittel aus	400	2.07 g
6 „Mauthausen, alter Pflasterstein“, M. a.	500	2.02 g
Mittelwert	—	1.86 g

entsprechend $1.86 : 2.66$ (spec. Gew.) = 0.70 cm^3 mittlerem Volumsverlust für Mauthausener Granite nach der vereinfachten Methode.

Als Mittelwert für die Abnutzungszahlen der Mauthausener Granite am Bauschinger'schen Apparate gibt nun Hanisch¹⁾ den Betrag von 4.8 cm^3 an. Wenn nun auch der oben gefundene Durchschnitt der Abnutzbarkeit von fünf untersuchten Materialwürfeln nicht an denselben Probekörpern gefunden wurde, welche Hanisch untersuchte, so ergibt sich doch wenigstens annähernd eine zweite Relation zwischen beiden Methoden mit

Bauschinger Apparat	Neue Methode
4.8 cm^3	$0.70 \text{ cm}^3 = 6.86.$

Nach obigen beiden Parallelbeobachtungen würde also — unter Voraussetzung der Constanz in der Qualität der verwendeten Schmirgelsorten — die Bauschinger'sche Abnutzungszahl gefunden werden, wenn man das Abnutzungsvolumen für 100 Touren der vereinfachten Methode mit rund 6.8 multiplicirt.

Die Voraussetzung einer constanten Relation beider Methoden findet aber nur zwischen relativ engen Grenzen statt. Es würden, hätte man sie an denselben Probekörpern für irgend eine gewählte abscheuernde Schmirgelsorte durch Vergleich mit den — noch immer als zuverlässlich vorausgesetzten — Bauschinger'schen Abnutzungszahlen festgestellt, nur immer Körper von wenig verschiedener Abnutzbarkeit, also etwa die Schwankungen bekannt

¹⁾ Resultate der Untersuchungen mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie. Wien 1892.

guter Pflasterungs-Materialien oder die Qualitätsdifferenzen von Steinen aus verschiedenen Lagen desselben Bruches auf diese Weise indirect auf den Bauschinger'schen Zahlenwert zu reduciren sein.

Kommen aber Materialien von sehr verschiedener Art, also Abnützbarkeit in Betracht, so zeigt sich eine bedeutende Veränderung in der Relation beider Methoden.

Herr Baurath Prof. Hanisch hat an dem Bauschinger'schen Apparate seiner Prüfungsanstalt an nachfolgenden zwei Gesteinsproben die Abnützbarkeit bestimmt, die ich dann nach der geschilderten vereinfachten Methode vielfältigen Variationen der Abnützungsbeanspruchung unterwarf, welche uns im Folgenden noch weiter beschäftigen werden.

Für die gegenständliche Frage der Veränderungen in der Relation beider Abnützungsmethoden seien aus diesen Versuchsreihen zunächst die folgenden entnommen.

a) Quarzglimmerdiorit von Dornach, Ober-Oesterreich. Feinkörnig, dunkel gefärbt, weil reich an Biotit. Spec. Gewicht = 2·812. Würfelgrösse 7 cm. Beschickung grober Schmirgel wie angegeben. Druck 4·9 kg. Die vereinfachte Methode ergab folgende Abnützungsgrößen:

Mittel aus 400 Touren, pro 100 T. 2·97 g entspr. 1·056 cm³,
Abnützung am Bauschinger-Apparat pro 200 T. . 15·60 g entspr. 5·55 cm³.

Hieraus die Relation : 5·55 : 1·056 = **5·26**.

b) Granit von Dornach, Ober-Oesterreich. Härteste Sorte. Fein- bis mittelkörnig, gelblichweiss. Spec. Gewicht 2·619. Würfelgrösse 7 cm. Beschickung etc. normal wie oben. Abnützung nach vereinfachter Methode:

Mittel aus 500 Touren, pro 100 Touren 1·15 g entsprechend 0·439 cm³.
Abnützung am Bauschinger-Apparate pro 200 T. 7·46 g entsprechend 2·85 cm³.

Hieraus die Relation : 2·85 : 0·439 = **6·49**¹⁾.

Auf meine Bitte hatte Herr Baurath Hanisch die Freundlichkeit, eine Stufe von reinem Quarz in der üblichen Weise auf die Abnützbarkeit zu untersuchen. Ich reihe das Ergebnis des Vergleiches der beiden Methoden an die vorstehenden zwei Fälle an.

c) Rosenquarz, fast durchsichtig, von flachmuscheligen Bruch, Reibungsfläche 49·95 cm², Beschickung normal 19·6 g grober Schmirgel, Druck 5 kg. Spec. Gewicht = 2·65. Die vereinfachte Methode ergab als Gewichtsverluste:

Mittel für 300 Touren	pro 100 Touren	0·502 g
400	100	0·511 g
„ 500 „	100	0·494 g

¹⁾ Die obigen Abnützungsgewichte sind mir von Herrn Baurath Hanisch direct mitgetheilt worden. In dem an die Firma A Schlepitzka in Dornach ausgestellten Certificate sind die Abnützungsvolumina für Gestein a) mit 5·71 cm³, für b) mit 2·95 cm³ angegeben, wodurch sich die Relationswerte für a) auf 5·41, für b) auf 6·72 erhöhen würden.

Ausgeglichen ergibt sich daraus 0.502 g entsprechend 0.190 cm³ Substanzverlust.

Ein Bergkrystall wurde nach der Basisfläche in derselben Weise nach der neuen Methode untersucht. Die Reibungsfläche war 58.325 cm², demgemäss die Beschickung $58.325 \times 0.4 = 23.33$ g grober Schmirgel; der Druck 5.83 kg. Spec. Gewicht = 2.65. Nach der Reducation auf 49 cm² Fläche (nach dem Flächenverhältnis 0.84 des gegewogenen Wertes) ergab sich als:

Mittel für 300 Touren	pro 100 Touren	0.518 g Gew. Verl.
400	100	0.508 g
500	„ 100	0.506 g

Ausgeglichen ergibt sich daraus 0.511 g entsprechend 0.193 cm³ Substanzverlust.

Sonach liefert die neue Methode mit der angegebenen groben Schmirgelsorte als Mittelwert des Abnützungsvolumens für

Quarz pro 100 Touren 0.192 cm³.

Abnützung am Bauschinger Apparate nach Hanisch:

Quarz pro 200 Touren 4.37 g entsprechend 1.65 cm³.

Für den sehr harten, wenig abnützbaren Quarz stellt sich daher die Relation beider Methoden auf $1.65 : 0.192 = 8.59$.

Die Relation beider Methoden entspricht sonach nur für harte Pflasterungsgesteine dem anfänglich abgeleiteten Werte von 6.8. Sie steigt bei noch härterem Material, fällt aber mit abnehmendem Widerstande gegen die Abnützung beträchtlich.

Der Grund hiefür ist in der Verwendung einer einmaligen constanten Beschickung für 100 Touren gelegen, welche bei sehr hartem Material fast vollständig zerrieben wird, bei weicherem Material aber länger die ursprüngliche Korngrösse beibehält und daher intensiver abnützt, so dass sich die Relation zur Bauschinger'schen Abnützungszahl verkleinern muss.

Auf dem angegebenen Wege liesse sich nun durch einige Parallelbeobachtungen an sehr verschiedengradig abnützbaren Gesteinen leicht die Relation beider Methoden in ihrer Abhängigkeit von dem Abnützungsbetrage feststellen, um — blieben nur immer die beanspruchenden Schmirgelsorten dort wie da für sich gleich — den Resultaten nach der vereinfachten Methode das Kriterium eines zuverlässigen Ersatzes für die am Bauschinger'schen Apparate direct gewonnenen Abnützungszahlen zu geben.

So zum Beispiel lässt sich aus den an den obigen drei Versuchskörpern Quarz, Granit und Quarzglimmerdiorit von Dornach gefundenen Bezugswerten durch graphischen Ausgleich leicht eine Tabelle herstellen, welche für die obige grobe Schmirgelbeschickung der vereinfachten Methode und die dormalige „Munition“ des Bauschinger-Apparates in der Versuchsanstalt Prof. Hanisch' in Wien folgende Beziehung der damit erzielten Abnützbarkeiten ergibt.

Versuchskörper	A b n ü t z u n g		Relation
	Vereinfachte Methode per 100 Touren cm ³	Bauschinger-Apparat per 300 Touren cm ³	
Quarz <i>c</i>	0.192	1.65	8.59
	0.2	1.70	8.60
	0.3	2.22	7.40
	0.4	2.70	6.75
Granit <i>b</i>	0.439	2.85	6.49
	0.5	3.15	6.30
	0.6	3.60	6.00
	0.7	4.05	5.80
	0.8	4.50	5.62
	0.9	4.90	5.44
	1.0	5.30	5.30
Diorit <i>a</i>	1.056	5.55	5.26
	1.2	6.15	5.12
	1.4	6.85	4.90
	1.6	7.50	4.70

In dieser Tabelle werden die meisten der harten, guten Steinpflasterungsmaterialien ihren Platz finden; sie liesse sich leicht für die weicheren Gesteinsarten analog erweitern. Aber man sieht schon hier Incongruenzen gegen frühere, beziehungsweise anderswo gemachte Versuche. So entspräche dem oben erwähnten Nabburger Granit mit 0.597 cm³ Abnützung nach den drei Parallelversuchen bloss ein Bauschinger'scher Abnützungswert von 3.6 cm³; dem Mittel obiger Mauthhausener Granite 0.70 cm³ bloss 4.05 cm³. Der Schmirgel bei der vereinfachten Methode war bei allen diesen Versuchen derselbe. Es müssen somit diese Abweichungen gegen das Ergebnis früherer Versuche den örtlichen und zeitlichen Differenzen an den Bauschinger-Apparaten in München und Wien zugeschrieben werden.

Für jede Schmirgelqualität, für jede Korngrösse ergeben sich aber andere Relationen; sie ergeben sich aber in mehr oder minderem Grade auch am Bauschinger'schen Apparate mit Nothwendigkeit für jeden neuen Schmirgelbezug!

C. Quarz als Standard-Material für die relative Grösse der Abnützbarkeit.

Es ist scheinbar ein absolutes Mass, welches Bauschinger durch die Construction seines Apparates für die Feststellung des Betrages der Abnützbarkeit als Mass für diese eingeführt hat: die Zahl der cm³ des Volumsverlustes, welchen ein Körper, seinem Verfahren unterzogen, erleidet. Aber, da die Messung nicht die Feststellung klar definirter mechanischer Festigkeitsgrössen, wie etwa bei der Druckfestigkeit und Bohrfestigkeit umfasst, sondern eine ganz willkürlich gewählte Art und ebensolchen Grad der Beanspruchung jener im mechanischen Sinne sehr complicirten und combinirten Festig-

keitsgrösse, die wir eben Abnützbarkeit nennen, vornimmt, so ist das scheinbar absolute Mass des dadurch erzielten Raumverlustes ein willkürliches Mass und die wirkliche Vergleichseinheit der Abnützbarkeit nach der Bauschinger'schen Methode eigentlich ein theoretischer, unbekannter Körper, der, widerstandsfähiger als Quarz, unter der Normalbeanspruchung Bauschinger's bei 200 Touren **einen** Kubikcentimeter an Volumen verliert, bzw. verlieren würde.

Ich setze an die Stelle dieser, von dem Zufalle des von Bauschinger gewählten Naxos-Schmirlgels als Abscheuerungsmaterial und dessen Korngrösse „Nr. 3“ abhängigen, mit seinem jeweiligen Wirkungsgrade schwankenden, abstracten Vergleichsgrösse, als concretes Vergleichsmaterial den als Mineral wie als Gesteinsbestandtheil so häufig vorkommenden **Quarz**, und zwar in seiner reinsten Ausbildung als Bergkrystall, und beziehe sämtliche Abnützbarkheitsmasse auf den Widerstand der Basisfläche des Bergkrystalls gegen die Abnützbarkeit.

Das Mass der Abnützbarkeit des Bergkrystalls setze ich gleich Eins (100 Procent) und nenne die **Abnützungszahl** irgend eines Körpers — ohne Rücksicht auf die Methode, nach welcher sie erhoben wurde — jene Masszahl, welche erhalten wird, wenn man den Volumsverlust des Bergkrystalls nach derselben Methode bestimmt und diesem den Volumsverlust des Probekörpers proportional setzt.

Bezeichnet daher V den Volumsverlust des Probekörpers bei irgend einer abscheuernden Abnützung-Beanspruchung, v denjenigen des Bergkrystalls bei derselben Beanspruchung, so ist die Abnützungszahl

$$A = \frac{V}{v},$$

oder in Procenten der Quarzabnützung:

$$A\% = 100 \frac{V}{v}.$$

Da ferner die Güte eines Materials der Masszahl der Abnützbarkeit umgekehrt proportional ist, so dient für den Qualitätsvergleich der **Widerstand gegen die Abnützbarkeit**.

Ich setze den Widerstand des Quarzes (Bergkrystalls) gegen die Abnützung gleich der Einheit und drücke den Widerstand irgend eines Körpers gegen irgend eine abscheuernde Beanspruchung in Procenten des gleichsinnigen Widerstandes des Quarzes aus, wenn er derselben Beanspruchung (Abscheuerung) unterworfen wird.

Es ist somit der Widerstand gegen die Abnützung W die Reciprozal zur Abnützungszahl A

$$W = \frac{1}{A} = \frac{v}{V},$$

oder in Procenten des Quarzwiderstandes gegen die Abnützbarkeit

$$W\% = 100 \frac{v}{V}.$$

Für die Praxis empfiehlt es sich jedenfalls, sowohl die Abnützungszahl als auch den Widerstand gegen die Abnützung des Quarzes = 100 zu setzen, analog wie für die Härtebestimmungen die Härte des Korunds = 1000 gesetzt wurde. Darnach ergeben sich unter Zugrundelegung dieser neuen Vergleichseinheit für die Abnützbarkeit zunächst für die oben angegebenen Materialien die folgenden Masse:

1. Probeversuche (Beanspruchung) mit grobem Schmirgel nach der eingangs geschilderten vereinfachten Methode.

Erhebungsdaten:

	Volmsabnahme bei 100 Touren
Quarz = Standard (c).	0·192 cm ³
Granit von Dornach (b)	0·439
Granit von Nabburg	0·597
Granit von Mauthausen, Mittelwert	0·700
Quarzglimmerdiorit von Dornach (a)	1·056

Daraus berechnet sich z. B. für den Granit von Dornach (b) die Abnützungszahl mit

$$A = \frac{0·439}{0·192} = 2·29,$$

beziehungsweise in Procenten der Quarzabnützung $A\% = 229$.

Der Widerstand gegen die Abnützung ist reciprok, gleich

$$W = \frac{0·192}{0·439} = 0·437,$$

beziehungsweise in Procenten des Quarzwiderstandes $W\% = 43·7$.

Ebenso findet man die Masse für die übrigen hier angeführten Versuchsgesteine, wie sie in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Material	Abnützungszahl		Abnützungswiderstand	
	für Quarz = 1	für Quarz = 100	für Quarz = 1	für Quarz = 100
Quarz	1	100 %	1	100·0 %
Granit, Dornach b	2·29	229 %	0·437	43·7 %
Granit, Nabburg . . .	3·11	311 %	0·322	32·2 %
Granit, Mauthausen (Mittelwert) .	3·65	365 %	0·274	27·4 %
Quarzglimmerdiorit, Dornach a .	5·50	550 %	0·182	18·2 %

Es sei hier gleich ein auf diesen Ergebnissen fussendes Zahlenbeispiel der wichtigsten praktischen Nutzanwendung eingeschaltet, welche die bautechnische Verwertung der Abnützungsergebnisse illustriert.

Das Güteverhältnis irgendwelcher zwei Materialgattungen, welche der Abnützungsbeanspruchung unterliegen, ergibt sich unmittelbar aus der Grösse ihres Abnützungswiderstandes. So verhalten sich z. B. die Qualitäten der Gesteinsproben *a* und *b* zu obigem Mittel der Mauthausener Granite wie:

Diorit <i>a</i>	Mauthausener	Granit <i>b</i> =
= 18·2	27·4	43·7 oder =
= 66·3	100	159·5
(- 33·7)	(± 0·0)	(+ 59·5)

Die in () gestellten Differenzen gegen die Qualität irgend eines beliebigen, gewünschten Vergleichsgesteines — hier Mauthausener Granit angenommen — geben den in Procenten dieses ad hoc gewählten Vergleichsmaterials ausgedrückten Grad der Ueberlegenheit oder der Minderwertigkeit an, worauf die bauökonomischen Calcüle basirt werden können. (Wird fortgesetzt.)

Reiseberichte.

R. J. Schubert. Zur Geologie der norddalmatischen Inseln Žut, Incoronata, Peschiera, Lavsa und der sie begleitenden Scoglien auf Kartenblatt 30, XIII.

Die im Folgenden niedergelegten Beobachtungen beschränken sich auf jenen Theil der küstenfernen norddalmatischen Insel- und Scoglienzüge, soweit diese sich im Bereiche des Kartenblattes Zaryecchia—Stretto befinden. Sie nehmen den Südwesten dieses Kartenblattes ein, und zwar auf dessen SW- und zum Theil NW-Section. Da von den Inseln Incoronata und Žut der grössere Theil im Bereiche des Kartenblattes Sale liegt, die erstere sich auch auf das südlich anschliessende Blatt Capri erstreckt und ausserdem die bedeutenderen Inseln dieses Zuges auf den Blättern Zara und Sale sich befinden, war es mir bei der beschränkten Arbeitszeit und der wechselnden Witterung unmöglich, auf den drei übrigen Kartenblättern Sale, Zara und Capri eingehendere Studien zur Ergänzung der Beobachtungen, beziehungsweise völligen Klarlegung der Tektonik auf dem mir gegenwärtig zugewiesenen Kartenblatte zu machen.

Die Verbindung zwischen den küstenfernen Inseln Žut—Incoronata und dem küstennäheren Inselzuge Pašman—Mortor stellen die Scoglien Gangaro (Gangarol), Dikovica und Gornja Galiola her. Der erste ist schmal, in der Streichungsrichtung langgestreckt, an beiden Enden etwas erhöht, Dikovica klein, im Umriss rundlich, Galiola eine kaum aus dem Meere ragende Klippe; alle drei bestehen aus nordöstlich einfallenden Rudistenkalken und bilden die südöstliche Fortsetzung der Insel Sit (auf Blatt Sale). Da der westlich der Insel Sit gelegene Scoglio Brušnjak in der dolomitischen Aufbruchzone der Insel Eso (Blatt Zara) liegt, der auch der Scoglio

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [1902](#)

Autor(en)/Author(s): Rosiwal August

Artikel/Article: [Ueber weitere Ergebnisse der technischen Untersuchung von Steinbaumaterialien: Quarz als Standard - Material für die Abnützbarkeit: eine neue Methode zur Erlangung zahlenmässiger Werte für die "Zähigkeit" der Gesteine 234-246](#)