





**MITTHEILUNGEN**

AUS DEM

**MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM**

DER

**K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE**

IN

**MÜNCHEN**

VON

**J. BAUSCHINGER**

O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

ZEHNTES HEFT,

MITTHEILUNG XI ENTHALTEND:

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ELASTICITÄT UND FESTIGKEIT DER WICHTIGSTEN NATÜRLICHEN BAUSTEINE IN BAYERN

MIT 4 GRÖßEREN TABELLEN UND 5 CURVENTAFELN.

---

**MÜNCHEN**

**THEODOR ACKERMANN**

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER

1884

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315040

J.X.47/1384



# MITTHEILUNGEN

AUS DEM

# MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM

DER

**K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE**

IN

**MÜNCHEN**

VON

**J. BAUSCHINGER**

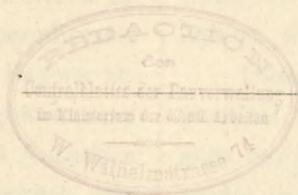
O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

ZEHNTES HEFT,

MITTHEILUNG XI ENTHALTEND:

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ELASTICITÄT UND FESTIGKEIT DER WICHTIGSTEN NATÜRLICHEN BAUSTEINE IN BAYERN

MIT 4 GRÖßEREN TABELLEN UND 5 CURVENTAFELN.



**MÜNCHEN**

**THEODOR ACKERMANN**

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER

1884

9. X. 1884



MITTHEILUNGEN

MECHANISCH-TECHNISCHES LABORATORIUM

IN TECHNISCHER HOCHSCHULE

9. X. 47 / 1884



nr inw. 1852

1. BAUSCHINGEN

## XI.

### Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der wichtigsten natürlichen Bausteine in Bayern.

(Mit 4 grösseren Tabellen und 5 Curventafeln.)

#### I. Abschnitt: Das Versuchsmaterial und die angestellten Versuche im Allgemeinen.

Bei Beschickung der Bayerischen Landes-, Industrie-, Gewerbe- und Kunst-Ausstellung in Nürnberg im Jahre 1882 durch das mechanisch-technische Laboratorium war hauptsächlich beabsichtigt, die Verwendung der von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Nürnberg, vormals Klett & Co. ausgestellten Werder'schen Materialprüfungsmaschine zur Untersuchung der wichtigsten Baumaterial-Gattungen: Eisen und Stahl, Stein und Holz auf Elasticität und Festigkeit bei Beanspruchung auf Zug, Druck, Schub und Biegung zu zeigen. Ueber die mit Holz angestellten Versuche wurde im vorigen Hefte dieser „Mittheilungen“ berichtet. Wie ich mich bei denselben auf Nadel- (Fichten- und Kiefern-)Hölzer aus bayerischen Staatswaldungen beschränkt hatte, so sollten sich die mit Steinen anzustellenden Versuchsreihen, deren Resultate den Inhalt des vorliegenden Heftes bilden werden, nur auf die wichtigsten in Bayern vorkommenden natürlichen Steine erstrecken. Natürlich haben diese Resultate, ebenso wie die im vorigen Hefte mitgetheilten, allgemeinere Gültigkeit für die betreffenden Materialsorten überhaupt; und zudem kommen in Bayern so ziemlich Vertreter von allen Steinarten vor, die in Deutschland und auch noch darüber hinaus zu Bauzwecken verwendet werden.

Um mir das für die Versuche nöthige Material zu verschaffen, ersuchte ich zunächst Herrn Oberbergdirector v. Gümbel um Angabe der wichtigsten in Bayern betriebenen Steinbrüche und der in denselben gewonnenen Steinarten. Herr v. Gümbel entsprach diesem Ansuchen mit liebenswürdigster Bereitwilligkeit und übergab mir ein Verzeichniss von nicht weniger als 215 Brüchen. Aus denselben wählte ich 105 aus, die mir am wichtigsten und leistungsfähigsten schienen, und an die Besitzer von 25 derselben sandte ich Schreiben folgenden Inhaltes:

Bauschinger, Mittheilungen, X.

Das mechanisch-technische Laboratorium der technischen Hochschule in München beabsichtigt, sich an der, im künftigen Jahre stattfindenden bayerischen Landes-, Industrie-, Gewerbe- und Kunstausstellung u. A. mit einer Sammlung von in Bayern vorkommenden und verwendeten Bausteinen zu betheiligen, welche zuvor im Laboratorium geprüft und dann mit den erzielten Prüfungsergebnissen in übersichtlicher Ordnung ausgestellt werden sollen. Wenn Sie, wie kaum zu zweifeln, Interesse daran haben, sich mit Ihrem Material an dieser Ausstellung zu betheiligen, so ersuche ich Sie, dem unterfertigten Laboratorium baldmöglichst folgende, gut zubearbeitete Probestücke franco einzusenden:

- 1) Ein ca. 110 cm langes, 25—27 cm breites und 20—22 cm dickes rechtwinkelig zubehauenes Stück mit dem Lager parallel zur schmälern Langseite.
- 2) Drei Würfel von 6—10 cm Seite, je nach ihrer grösseren oder geringeren Festigkeit, an denen in irgend welcher Weise das Lager angegeben ist.

Ausser den Herstellungs- und Verschickungskosten der Probestücke werden Ihnen weitere Ausgaben nicht erwachsen, da durch besondere Unterstützung der kgl. Staatsregierung das Laboratorium in den Stand gesetzt ist, die Prüfungs- und Ausstellungskosten zu bestreiten.

München, im August 1881.

An die Besitzer der übrigen 80 der ausgewählten Brüche richtete ich ein ähnliches Schreiben, bat jedoch nur um Einsendung von fünf oder doch wenigstens drei Würfeln von entsprechender Grösse.

Der damit gegebenen Anregung leisteten 40 Steinbruchbesitzer oder Baumeister und Behörden Folge, indem sie aus 70 Steinbrüchen 30 grössere, im ersten Schreiben unter Nr. 1 verlangte Stücke, die ich kurz Parallelepiped heissen werde, und 211 Würfel einsandten.

Dieses gesammte Material findet sich, nach Steinarten geordnet, mit kurzer Beschreibung der Stücke unter Angabe der Gewinnungsorte, der Steinbruchbesitzer und Einsender in Tabelle I zusammengestellt, zugleich mit den hauptsächlichsten Resultaten, welche die damit angestellten Versuche ergeben haben.

Diese Versuche waren folgende: Die Parallelepipede wurden, auf eine Spannweite von 100 cm frei an Unter-

stützungspunkten so liegend, dass die längere Querschnittsseite parallel zur Krafrichtung war, durch eine, in der Mitte concentrirte Kraft durchgebogen und endlich durchgebrochen. Das eine der so erhaltenen Bruchstücke wurde dann in einer Ebene, welche durch die Mitte der langen Querschnittsseiten ging, der Länge nach gespalten und aus dem Theil derselben, der bei den Biegungsversuchen auf der Druckseite gelegen war, ein Prisma mit quadratischer Grundfläche von 8—10 cm Seite und  $2\frac{1}{2}$ mal so grosser Höhe, aus dem andern Theil aber ein Prisma mit trapezförmig profilirten Enden herausgearbeitet, die in gleichprofilirte Mäuler von Einspannköpfen der Prüfungsmaschine passten (vgl. die Figur auf Blatt III). Die ersteren Prismen dienten zu den Versuchen über Druck-Elasticität und Festigkeit für die Krafrichtung parallel zum Lager, die letzteren, die ich der Unterscheidung halber, wiewohl etwas uneigentlich, Lamellen nennen will, zu den Versuchen über Zug-Elasticität und Festigkeit, gleichfalls für die zum Lager parallele Richtung. Die bei letzterer Gelegenheit erhaltenen Bruchstücke endlich wurden noch zu den Versuchen über die Schubfestigkeit verwendet.

Von denjenigen Würfeln, von denen wenigstens drei von einer Steinsorte vorhanden waren, wurde je einer zurückgestellt, die übrigen aber zur Hälfte auf Druckfestigkeit senkrecht zum Lager, zur anderen Hälfte auf Druckfestigkeit parallel zum Lager geprüft. Die zurückgestellten Würfel wurden am Beginn des Winters 1881/82 in Wasser von 8—10° C. gelegt und am Abend vor jeder Nacht, in welcher Frost zu erwarten war, herausgenommen und ins Freie gesetzt, um am andern Vormittag, nachdem sie durchgefroren waren, wieder in das Wasser zurückgebracht zu werden. Nachdem sie auf diese Weise 25mal gefroren und wieder aufgethaut waren, wurden sie getrocknet und alsdann auf Druckfestigkeit parallel zum Lager geprüft. Durch Vergleichung der so erhaltenen Zahlen mit denjenigen, welche für die gleiche Eigenschaft für die Würfel desselben Materials erhalten worden waren, welche nicht nass gemacht und dem Frost ausgesetzt worden sind, sollte ein Urtheil über die Frostbeständigkeit des betreffenden Materials gewonnen werden.

In den folgenden Abschnitten sollen nun die angeestellten Versuche im Einzelnen beschrieben und die dabei erhaltenen Resultate mitgetheilt werden.

## 2. Abschnitt: Versuche über Biegungs-Elasticität und -Festigkeit.

Die Parallelepiped, welche zur Untersuchung der Biegungs-Elasticität und Festigkeit verwendet wurden, lagen bei den Versuchen auf eine Spannweite von 100 cm

an Cylindern von 20 cm Durchmesser\*), welche die Stützpunkte bildeten, an, sodass ihre breiten Langseiten horizontal waren und die in der Mitte concentrirte Kraft, durch welche sie durchgebogen und schliesslich durchgebrochen wurden, parallel zur längeren Querschnittsseite war. Der Bruch erfolgte also in einer Richtung, die ich kurz: „senkrecht zum Lager“ nenne, wenn der Stein so bearbeitet war, dass das Lager parallel zur schmäleren Langseite lief, was, obwohl es im Ausschreiben verlangt worden war, doch nicht immer zutraf. In letzteren Fällen, wo das Lager parallel zur breiteren Langseite lief, erfolgte der Bruch in der Richtung, die ich kurz mit „quer zum Lager“ bezeichne.

Es kam bei der Einrichtung des Probestückes in die Maschine vor Allem darauf an, dass die zwei Linien, in welchen der Stein an der Vorderseite an den Stützen anliegt, genau parallel mit derjenigen war, in welcher er selbst von dem Druckstück des Wagens der Maschine berührt wird. Letzteres war ein Cylinder von 6 cm Durchmesser, der vor das Druckprisma jenes Wagens gestellt wurde. War das durch Abmeiseln oder Abfeilen des Steins oder Auflegen von Gypsbändern erreicht, so wurden die Messapparate für die Durchbiegung angelegt, bestehend aus drei Rollenfühlhebeln, die in der oben citirten Broschüre abgebildet und beschrieben sind. Der eine derselben misst die Bewegung der Mitte, die beiden anderen die Bewegungen der den Stützpunkten gegenüber liegenden Endpunkte der elastischen Linie. Das arithmetische Mittel der beiden letzteren von der ersteren Bewegung abgezogen, gibt die wirkliche Durchbiegung der elastischen Linie.

Die Uebersetzung der Rollenfühlhebel war 1 : 50; ein cm der Eintheilung des Gradbogens derselben hatte daher den Werth von  $\frac{1}{50}$  cm. Da der Gradbogen in mm getheilt ist und  $\frac{1}{10}$  mm noch mittelst des auf dem Zeiger angebrachten Nonius gemessen werden können, so geht die Genauigkeit der Messung bis auf  $\frac{1}{500}$  mm.

Eine Elasticitätsgrenze besitzen die Steine bekanntlich nicht, weder für Zug, noch für Druck, noch für Biegung.

Da bei solchen Körpern die Zeitdauer der Belastung von Einfluss auf die Deformation ist, so wurden die Ablesungen für die, in gleichen Intervallen fortschreitenden

\*) Ich muss auch hier wieder die Einrichtung der Werder'schen Materialprüfungsmaschine und meine Messinstrumente dazu als bekannt voraussetzen. Man findet deren Abbildung und Beschreibung übrigens in der von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg, vormals Klett & Co. oder vom Buchhändler, Herrn Th. Riedel in München zu beziehenden Broschüre: „Maschine zum Prüfen der Festigkeit der Materialien, construirt von L. Werder und Instrumente zum Messen der Gestaltsveränderung der Probekörper, construirt von J. Bauschinger“. München 1882.

Belastungen immer in gleichen Zeitabschnitten und zwar von je einer Minute vorgenommen. Diese Ablesungen geschahen gleichzeitig von drei Beobachtern mit dem Minutenschlag einer Pendeluhr. — Die Messungen konnten,

ohne die Messapparate zu gefährden, fortgesetzt werden bis zum Bruch.

Nachstehend gebe ich in Tabelle 1 ein Beispiel einer vollständigen Messungsreihe:

**Tabelle 1.**

156. Versuch, am 27. Januar 1882.

Parallelepiped aus Buntsandstein von Rodenbach (N. 31), auf Biegung senkrecht zum Lager geprüft.

Spannweite = 100 cm; Querschnitts-	}	Breite:	hinten:	rechts	mitten	links	} 21,34 } } 25,15 } cm im Mittel
			vorn:	21,3	21,4	21,35	
		Höhe:	oben:	25,3	25,4	25,0	
			unten:	25,25	25,0	24,95	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zeit	Belastg. P Tonnen	Mittlerer Zeiger 1/50 cm	Rechter Zeiger 1/50 cm	Linker Zeiger 1/50 cm	Sa. der beiden Seitenzeiger 1/50 cm	1/2 Sa. der beiden Seitenzeiger 1/50 cm	Columnne 3 minus 7 Ausbieg. 1/50 cm	Differ. 1/5000 cm	B e m e r k u n g e n
11 <sup>h</sup> 16'	0	0	0	0	0	0	0		
17'	0,25	0,605	0,46	0,57	1,03	0,515	0,09	9	
18'	0,5	0,97	0,445	1,07	1,515	0,76	0,21	12	
19'	0,75	1,665	0,03	2,45	2,48	1,24	0,425	21,5	
20'	1,0	2,13	— 0,10	3,15	3,05	1,525	0,605	18	
21'	1,25	2,385	— 0,05	3,32	3,27	1,635	0,75	14,5	
22'	1,5	2,635	0,02	3,46	3,48	1,74	0,895	14,5	
23'	1,75	2,89	0,09	3,57	3,66	1,83	1,06	16,5	
24'	2,0	3,13	0,16	3,67	3,83	1,915	1,215	15,5	
25'	0	1,075	— 0,09	1,56	1,47	0,735	0,34		
26'	2,0	3,175	0,16	3,73	3,89	1,945	1,23		
27'	2,5	3,65	0,29	3,90	4,19	2,095	1,555	32,5	
28'	3,0	4,145	0,43	4,02	4,45	2,225	1,92	36,5	
29'	3,5	4,65	0,58	4,12	4,70	2,35	2,30	38	
30'	4,0	5,155	0,72	4,21	4,93	2,465	2,69	39	
31'	0	1,685	0,02	1,88	1,90	0,95	0,735		
32'	4,0	5,19	0,74	4,25	4,99	2,495	2,695		
33'	4,5	5,70	0,87	4,33	5,20	2,60	3,10	40,5	
34'	5,0	6,24	1,00	4,41	5,41	2,705	3,535	43,5	
35'	5,5	6,79	1,14	4,48	5,62	2,81	3,98	44,5	
36'	6,0	7,365	1,275	4,54	5,815	2,91	4,455	47,5	
37'	0	2,275	0,07	2,02	2,09	1,045	1,23		
38'	6,0	7,405	1,27	4,56	5,83	2,915	4,49		
	6,5	nicht mehr ganz erreicht, die Blase der Libelle spielt eben herauf, dann erfolgt der Bruch bei ca. 6,25 t.							

Es ist nicht möglich und auch nicht notwendig, sämtliche an den 30 Parallelepipeden angestellten Messungsreihen in dieser Weise hier mitzuteilen. Es genügt die 2., 8. und 9. Columnne. Diese finden sich in Tab. II zusammengestellt.

Aus diesen Resultaten wurde zunächst die sogenannte Biegefestigkeit mittelst der Formel berechnet.

$$\delta_0 = \frac{3 P_0 l}{2 b h^2} \quad 1)$$

wo  $P_0$  die Bruchbelastung,  $l$  die Spannweite und  $b$  die Breite,  $h$  die Höhe des rechteckigen Querschnittes bezeichnet. Die so erhaltenen Zahlen sind in die betreffende Columnne der Tab. I eingetragen, zugleich mit der Angabe, ob die Biegung und der Bruch senkrecht oder quer zum

Lager erfolgte, wo letzteres deutlich genug erkannt werden konnte.

Der Elasticitätsmodul ergibt sich aus der Formel:

$$\epsilon = \frac{1 P l^3}{4 f b h^3} \quad 2)$$

wo  $f$  der, durch die Belastung  $P$  hervorgebrachte Biegunspfeil ist, oder aus der Formel

$$\epsilon = \frac{1 \Delta P l^3}{4 \Delta f b h^3} \quad 3)$$

wo  $\Delta f$  die, durch das Belastungs-Intervall  $\Delta P$  hervorgebrachte Änderung des Biegunspfeiles ist. Die Differenzen dieses Biegunspfeiles für aufeinanderfolgende gleichgrosse Belastungsintervalle, wie sie in Tabelle II mit eingetragen sind, zeigen bei sehr harten Steinen, wie

beim Leucophyr vom Silberberg (Nr. 1) und beim Devon'schen Glymenienkalk von der Hohen Saass bei Hof (Nr. 14), dann bei den meisten Kalksteinen anfangs, bei geringeren Belastungen, sehr schwankende Werthe, die erst nach und nach, bei steigender Belastung constanter werden und dann in der Regel constant bleiben bis oder fast bis zum Bruch. Ich glaube nicht, dass jene Schwankungen am Anfang von Beobachtungsfehlern herrühren; ich schreibe sie feinen Rissen in diesen Steinen zu, die, beim Brechen und Bearbeiten entstanden, auf der Druckseite des Probestückes sich allmählich schliessen und bei der ohnehin sehr geringen Biegungsfähigkeit der bezeichneten Steine eben bedeutenden Einfluss haben. In diesen Fällen blieb nichts übrig, als einen mittleren Werth des Elasticitäts-Moduls nach Formel 2) zu berechnen und in Tabelle I einzutragen.

Bei den anderen Steinen, insbesondere bei denen von ausgesprochen körniger Struktur, bei den Graniten, Sandsteinen aller Art etc. zeigen die Differenzen der Biegungspeile ein mehr oder weniger starkes Wachsen mit dem Zunehmen der Belastung, entsprechend einer Verminderung des Elasticitäts-Moduls. Für diese Steinarten wurden dann mittelst der Formel (3) ein Anfangs- und ein Endwerth des Elasticitäts-Moduls berechnet, ersterer für ein bei Null beginnendes Belastungsintervall, letzterer für ein Intervall, dessen obere Grenze möglichst nahe beim Bruch liegt. Diese beiden Werthe wurden dann in Tabelle I eingetragen mit Hinzufügung der äussersten Biegunsspannungen, welche aus der, der Formel (1) entsprechenden Gleichung

$$\delta = \frac{3}{2} \frac{Pl}{bh^2}$$

für eine Belastung  $P$  berechnet wurden, die in der Mitte des betreffenden Intervalls lag.

Die Resultate der Tabelle II sind auf den Blättern I und II auch graphisch dargestellt. Die Ordinaten dieser Diagramme sind die Belastungen in Tonnen, welche in der Mitte der Probestücke ausgeübt wurden, aufgetragen in dem Massstabe 1 Tonne = 2 Centimeter. Die Abscissen sind die durch jene Belastung hervorgebrachten Biegungspeile, reducirt auf einen mittleren Querschnitt von 21 cm Breite und 27 cm Höhe. Diese Reduction wurde vorgenommen, um die verschiedenen Diagramme direct miteinander vergleichbar zu machen, und zwar mittelst folgender Formel: Für ein Material mit dem Elasticitäts-Modul  $\epsilon$  bringt die Belastung  $P$  bei einer Spannweite  $l$  und bei den Querschnittsdimensionen  $b$  und  $h$  den Biegungspeil

$$f = \frac{1}{4} \frac{Pl^3}{\epsilon bh^3}$$

hervor. Für das gleiche Material erzeugt dieselbe Be-

lastung bei derselben Spannweite aber bei den Normaldimensionen  $b_0$  und  $h_0$  des Querschnittes den Biegungspeil

$$f_0 = \frac{1}{4} \frac{Pl^3}{\epsilon b_0 h_0^3}$$

Es ist also

$$f_0 = f \cdot \frac{bh^3}{b_0 h_0^3}$$

Das ist die angewandte Reductionsformel. Sie ist zwar nur für ein Material mit constantem Elasticitäts-Modul streng richtig, aber wenn die Abweichungen zwischen den Normal- und den wirklichen Dimensionen nicht gar zu gross sind, so kann sie auch bei veränderlichem  $\epsilon$  noch als annähernd richtig angenommen werden. Die so reducirten Biegungspeile sind in den betreffenden Figuren der Blätter I und II als Abscissen im Massstabe

$1 \text{ cm} = \frac{1}{100} \text{ cm}$  aufgetragen. — In gleicher Weise wurden die bleibenden Durchbiegungen behandelt. Die dafür erhaltenen Spannungscurven (Verbindungslien der Endpunkte der Ordinaten) sind punktirt.

Die letzte, in den Diagrammen ausgezogene Ordinate ist die Bruchbelastung, reducirt auf obige Normaldimensionen, indem sie aus der Biegungsfestigkeit  $\delta_0$  durch Multiplication mit

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{b_0 h_0^2}{1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{21 \cdot 27^2}{100} = 102,06 \text{ (in Kilogrammen)}$$

berechnet wurde. Wo der Biegungspeil nicht gerade im Momente des Bruches beobachtet worden war, wurde die Spannungscurve der totalen Durchbiegungen schätzungsweise bis zur Höhe der Bruchbelastung verlängert, was immer mit hinreichender Genauigkeit geschehen konnte; doch wurden diese Fortsetzungen nur punktirt. — Der Inhalt der Diagramme der totalen Durchbiegungen bis zu jener letzten Ordinate hin ist die Biegungsarbeit, welche nothwendig ist, um Parallelepiped aus den betreffenden Materialien, deren Querschnitte eine Breite von 21 cm und eine Höhe von 27 cm haben, und welche auf 100 cm Spannweite frei aufliegen, durch eine in der Mitte concentrirte Kraft durchzubrechen. — Man sieht, wie sehr verschieden diese Arbeit bei den verschiedenen Steinsorten ist. Sie ist sehr klein bei harten und spröden Gesteinen, wie bei den meisten Kalksteinen, sowie bei sehr weichen (Burgsandstein Nr. 54, Grünsandstein Nr. 64, Nagelfluh Nr. 69), gross dagegen bei den festen und zähen Buntsandsteinen Nr. 29—34, bei den Graniten etc.

Die in horizontaler (zur Abscissenaxe parallelen) Richtung gemessenen Entfernung zweier entsprechender Punkte der beiden Spannungscurven, derjenigen für die totale und derjenigen für die bleibende Durchbiegung, ist die sog. elastische Durchbiegung bei der betreffenden Belastung und kann also der Zwischenraum zwischen den beiden

Curven in gewissem Sinne als Mass der Elasticität des Gesteins bei seiner Beanspruchung auf Biegung angesehen werden.

### III. Abschnitt: Versuche über Zug-Elasticität und -Festigkeit.

Diese Versuche wurden mit den bereits beschriebenen, auf Blatt III abgebildeten prismatischen Probestücken ange- stellt, die ich der Kürze halber Lamellen nannte und deren schwalbenschwanz-förmige Enden in die entsprechen- den Mäuler der Einspannköpfe der Werder'schen Prüf- ungsmaschine passten. Es sind diess Köpfe aus Guss- eisen mit viel weiteren Mäulern als diejenigen aus Stahl, welche für gewöhnlich der Werder'schen Prüfungsmaschine zum Einspannen von Lamellen oder Flachstäben aus Stahl,

Eisen etc. beigegeben werden. Ich habe sie eigens für solche Zugversuche mit Steinen herstellen lassen.

Die Verlängerung der Probestücke wurde mittelst meines Spiegelapparates auf eine Länge von nur 6 cm ge- messen. Da die ganze Länge der Probestücke ca. 30 cm betrug, so konnte man sicher sein, dass sich der Zug bis zur untersuchten Länge hin gleichmässig über den ganzen Querschnitt vertheilt hatte. Die Messungen mit dem ge- nannten Apparat gehen bekanntlich bis auf  $\frac{1}{5000} mm$  und wenn die Summe der Ablesungen auf beiden Seiten ge- nommen wird, ohne zu halbiren, bis auf  $\frac{1}{10000} mm$ . Ein Beispiel einer vollständigen solchen Messung gibt die nach- stehende Tabelle 2):

**Tabelle 2.**

174. Versuch, am 22. Februar 1882.

Steinlamelle aus Buntsandstein von Rodenbach (Nr. 31) auf Zug parallel zum Lager geprüft.

Querschnitt:  $6,985 \times 10,04 cm = 69,2 qcm$ ; Länge l für die Messung der Verlängerung = 6 cm.

Uebersetzung am Spiegelapparat: 1 : 500; Elasticitätsmodul  $\epsilon = \frac{1000 P}{69,2} : \frac{\Delta l : 1000}{6} = 86700 \frac{P}{\Delta l}$ .

1	2	3	4	5	6	7	8	
Zeit	Belastung Tonnen	Ablesung im linken Spiegel $\frac{1}{500} cm$	Bewegg. desselben $\frac{1}{500} cm$	Ablesung im rechten Spiegel $\frac{1}{500} cm$	Bewegg. desselben $\frac{1}{500} cm$	Sa. d. Col. 4 und 6 Verlän- gerung $\frac{1}{1000} cm$	Differenz. $\frac{1}{100000} cm$	Bemerkungen
4 <sup>h</sup> 43'	0	15,00	0	27,00	0	0		
„ 44'	0,1	15,01	0,01	26,94	0,06	0,07	7	
„ 45'	0,2	15,07	0,07	26,91	0,09	0,16	9	
„ 46'	0,3	15,11	0,11	26,88	0,12	0,23	7	
„ 47'	0,4	15,19	0,19	26,83	0,17	0,36	13	
„ 48'	0	15,03	0,03	26,99	0,01	0,04		
„ 49'	0,4	15,19	0,19	26,83	0,17	0,36		
„ 50'	0,5	15,24	0,24	26,79	0,21	0,45	9	
„ 51'	0,6	15,31	0,31	26,72	0,28	0,59	14	
„ 52'	0,7	15,40	0,40	26,67	0,33	0,73	14	
„ 53'	0,8	15,48	0,48	26,59	0,41	0,89	16	
„ 54'	0	15,09	0,09	26,91	0,09	0,18		
„ 55'	0,8	15,39	0,39	26,49	0,51	0,90		
„ 56'	0,9	15,44	0,44	26,40	0,60	1,04	14	
„ 57'	1,0	15,51	0,51	26,31	0,69	1,20	16	
„ 58'	1,1	15,60	0,60	26,21	0,79	1,39	19	
„ 59'	1,2	15,70	0,70	26,11	0,89	1,59	20	
5 <sup>h</sup> 0'	0	14,94	-0,06	26,58	0,42	0,36		
„ 1'	1,2	15,68	0,68	26,07	0,93	1,61		
„ 2'	1,3	15,78	0,78	25,99	1,01	1,79	18	
„ 3'	1,4	15,91	0,91	25,90	1,10	2,01	22	
„ 4'	1,5	16,04	1,04	25,81	1,19	2,23	22	
—	1,6							Eben erreicht, dann Bruch am hinteren verstärkten Ende; nochmals, mittelst aufge kitteter Holz- keile am gebrochenen Ende, eingespannt erfolgt der Bruch bei 3,0t fast in der Mitte, also bei 43 at.

Die zweite, 7. und 8. Columne dieser Messungsreihen sind in Tabelle III zusammengestellt. Die Messungen wurden, wie hieraus ersichtlich, allemal bis zum Bruch fortgesetzt. Die Erschütterungen bei demselben waren so gering, dass der Messapparat nicht gefährdet war. Leider erfolgte der Bruch meistens an einem der verstärkten Enden, in der Einspannstelle, in Folge der daselbst statt-

findenden Einwirkungen. Wo das der Fall war, wurden nächst dem gebrochenen Ende Holzkeile aufge kittet, die das Profil der Mäuler der Einspannköpfe hatten, ähnlich wie die Stahlkeile beim Abreissen von Lamellen aus Stahl oder Eisen in den Stahlköpfen. Wenn die so nochmals eingespannten Probestücke wieder in der Einspannstelle rissen, oder so nahe daran, dass eine Einwirkung der-

selben auf das Resultat zu befürchten war, so wurde der Querschnitt des Probestückes nächst seiner Mitte so weit verschwächt, dass der Bruch sicher dort erfolgen musste. Nach meinen jetzigen Erfahrungen würde ich den Probestücken für Zug keine schwalbenschwanzförmigen Enden mehr geben, sondern sie an diesen Enden prismatisch auslaufen lassen und daselbst Holzkeile zum Einspannen aufkitten. In der Mitte müssen sie dann natürlich auf reichlich so weit, als die Verlängerung gemessen werden soll, verschwächt werden, ähnlich wie die Lamellen aus Stahl, Eisen etc.

Die auf obige Weise erhaltenen Werthe für die Zugfestigkeit findet man in Tabelle I zusammengestellt und zugleich damit diejenigen des Elasticitätsmoduls, berechnet nach der Formel:

$$\varepsilon = \frac{P}{F} \cdot \frac{\Delta l}{l}$$

wo  $\Delta l$  die Verlängerung der ursprünglichen Länge  $l$  für die Belastung oder das Belastungsintervall  $P$  und  $F$  den Querschnitt bezeichnet. Der Elasticitätsmodul ist, wie die Differenzen in Tabelle III zeigen, nur wieder für sehr harte Steine, namentlich für die meisten Kalksteine, nahezu constant und dann auch sehr gross; bei den anderen, besonders bei den körnigen Steinen, auch beim Granit, nimmt er sehr merklich ab bei steigender Belastung. In diesen Fällen ist er in Tabelle I (wie bei der Biegung) für ein Anfangs- und End-Intervall eingetragen worden.

Die Resultate der Tabelle III sind auf den Blättern

III—V auch wieder graphisch dargestellt und zwar, der Vergleichung halber so, dass die Belastungen in Kilogrammen pro Quadratcentimeter oder Atmosphären, und die Verlängerungen in Millionteln der ursprünglichen Länge (6 cm) ausgedrückt wurden. Letztere sind als Abscissen im Massstabe 1 cm = 100 Milliontel vom jedesmaligen Nullpunkt aus nach rechts, erstere als Ordinaten im Massstabe 2 cm = 10 at nach unten hin abgetragen. Die so erhaltene und ausgezogene Linie ist die Spannungscurve für die totalen, die punktirte die für die bleibenden Verlängerungen. Die Entfernung beider Curven, gemessen in irgend einem Abstand von der Abscissenaxe und parallel zu dieser, ist die elastische Dehnung, welche die entsprechende Belastung hervorbringt.

#### IV. Abschnitt: Versuche über Druck-Elasticität und -Festigkeit.

Die Versuche über Druck-Elasticität und -Festigkeit wurden mit den schon oben erwähnten quadratischen Prismen von 8—10 cm Querschnittsseite und ca.  $2^{1/2}$  mal so grosser Länge angestellt. Dieselben lagen an gehobelten gusseisernen Druckplatten direct mit den ebenfalls gehobelten Stirnflächen an. Die Zusammendrückung wurde mittelst meines Spiegelapparates auf eine Länge von 6 cm gemessen, deren Enden weit genug von den Stirnflächen abstanden, um einer gleichförmigen Vertheilung des Druckes bis zu ihnen hin sicher zu sein (vgl. die VI. dieser „Mittheilungen“ in Heft V). Die Tabelle 3 gibt wieder ein Beispiel für eine vollständige, derartige Messungsreihe.

**Tabelle 3.**

192. Versuch, am 28. Februar 1882.

Prisma aus Buntsandstein von Heigenbrücken (weiss) Nr. 29 auf Druck parallel zum Lager geprüft. Querschnitt =  $10,05 \times 10,04 = 100,9 \text{ qcm}$ ; ganze Länge =  $25,03 \text{ cm}$ ; Länge  $l$  für die Messung der Verkürzung =  $6 \text{ cm}$ .

Uebersetzung am Spiegelapparat 1 : 500. Elasticitäts-Modul  $\varepsilon = \frac{1000 P}{100,9} : \frac{\Delta l : 1000}{6} = 59500 \frac{P}{\Delta l}$

1	2	3	4	5	6	7	8	B e m e r k u n g e n
Zeit	Belastung Tonnen	Ablesung im linken Spiegel $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Beweg. desselben $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Ablesung im rechten Spiegel $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Beweg. desselben $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Sa. d. Col. 4 u. 6 Verkürzung $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Differenz. $\frac{1}{100000} \text{ cm}$	
5 <sup>h</sup> 31'	0	23,00	0	19,00	0	0		
„ 32'	0,2	22,78	0,22	19,00	0,00	0,22	22	
„ 33'	0,4	22,49	0,51	19,08	0,08	0,59	37	
„ 34'	0,6	22,19	0,81	19,18	0,18	0,99	40	
„ 35'	0,8	21,91	1,09	19,29	0,29	1,38	39	
„ 36'	1,0	21,69	1,31	19,41	0,41	1,72	34	
„ 37'	0	22,65	0,35	19,11	0,11	0,46		
„ 38'	1,0	21,99	1,01	19,71	0,71	1,72		
„ 39'	1,2	21,82	1,18	19,86	0,86	2,04	32	
„ 40'	1,4	21,68	1,32	20,01	1,01	2,33	29	
„ 41'	1,6	21,50	1,50	20,16	1,16	2,66	33	
„ 42'	1,8	21,33	1,67	20,32	1,32	2,99	33	
„ 43'	2,0	21,20	1,80	20,50	1,50	3,30	31	
„ 44'	0	22,42	0,58	19,37	0,37	0,95		

1	2	3	4	5	6	7	8	
Zeit	Belastung Tonnen	Ablesung im linken Spiegel $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Beweg. desselben $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Ablesung im rechten Spiegel $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Beweg. desselben $\frac{1}{500} \text{ cm}$	Sa. d. Col. 4 u. 6 Verkürzung $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Differenz.	Bemerkungen
5 <sup>h</sup> 45'	2	21,31	1,69	20,64	1,64	3,33		
„ 46'	3	20,62	2,38	21,28	2,28	4,66	133	
„ 47'	4	20,00	3,00	21,79	2,79	5,79	113	
„ 48'	5	19,47	3,53	22,23	3,23	6,76	97	
„ 49'	6	19,00	4,00	22,67	3,67	7,67	91	
„ 50'	0	21,91	1,09	20,02	1,02	2,11		
„ 51'	6	19,05	3,95	22,78	3,78	7,73		
„ 52'	7	18,68	4,32	23,16	4,16	8,48	75	
„ 53'	8	18,30	4,70	23,51	4,51	9,21	73	
„ 54'	9	17,95	5,05	23,87	4,87	9,92	71	
„ 55'	10	17,62	5,38	24,19	5,19	10,57	65	
„ 56'	0	21,66	1,34	20,40	1,40	2,74		
„ 57'	10	17,62	5,38	24,27	5,27	10,65		
„ 58'	11	17,33	5,67	24,57	5,57	11,24	59	
„ 59'	12	17,02	5,98	24,87	5,87	11,85	61	
6 <sup>h</sup> 0'	13	16,74	6,26	25,19	6,19	12,45	60	
„ 1'	14	16,47	6,53	25,47	6,47	13,00	55	
„ 2'	15	16,19	6,81	25,75	6,75	13,56	56	
„ 3'	0	21,42	1,58	20,70	1,70	3,28		
„ 4'	15	16,15	6,85	25,80	6,80	13,65		
„ 5'	17	15,63	7,37	26,33	7,33	14,70	105	
„ 6'	19	15,10	7,90	26,89	7,89	15,79	109	
„ 7'	21	14,59	8,41	27,40	8,40	16,81	102	
„ 8'	23	14,05	8,95	27,93	8,93	17,88	107	
„ 9'	25	13,51	9,49	28,48	9,48	18,97	109	
„ 10'	0	21,07	1,93	21,08	2,08	4,01		
	39,75	Bruch!	Druckfestigkeit = $\frac{39750}{100,9} = 394 \text{ at.}$					

Die Columnen 2, 7 und 8 dieser Messungsreihen sind in Tabelle IV zusammengestellt mit der Abkürzung, dass bei den weicheren Steinsorten Nr. 40 und 45, bei denen anfangs nach Intervallen von 0,1t abgelesen wurde, auch nur Intervalle von 0,2t aufgenommen wurden. Die Messungen wurden in der Regel nur bis zu 1/2 bis 2/3 der Bruchbelastung ausgedehnt; man musste sich hüten, der letzteren zu nahe zu kommen, da beim Bruche eines Probestückes der daran befindliche Messapparat sicher zu Grunde gehen würde.

Die in Tabelle IV enthaltenen Resultate sind auf den Blättern III—V wieder graphisch aufgetragen, so weit es der Raum erlaubte. Doch dürfte das zur Darstellung gebrachte zur Charakterisirung der betreffenden Steinart genügen, darüber hinaus muss auf Tabelle IV verwiesen werden. Die Belastungen sind als Ordinaten in Kilogrammen pro Quadratcentimeter oder Atmosphären nach oben und die dadurch hervorgebrachten Verkürzungen in Millionteln der ursprünglichen Länge (6 cm) nach links hin aufgetragen, beide von demselben Anfangspunkt aus und nach demselben Massstabe wie die Belastungen und Verlängerungen bei den Zugversuchen. In gleicher Weise sind auch die bleibenden Zusammendrückungen behandelt.

Der Elasticitätsmodul für Druck ist, wie die Differenzen in Tabelle IV und die Curven auf den Blättern III—V

zeigen, für die härteren Steine und insbesondere für die Kalksteine wieder nahezu constant und dann auch sehr gross. In diesen Fällen wurde in der Tabelle I nur ein mittlerer Werth desselben für das ganze Intervall, auf welches sich die Messung erstreckte, eingetragen. Bei anderen Steinen nimmt der Elasticitätsmodul für Druck von Anfang an zu, bei den meisten weicheren Steinen aber nimmt er von Anfang an ab, dann aber wieder zu. In diesen beiden letzteren Fällen wurde in Tabelle I wieder ein Anfangs- und Endwerth des Elasticitätsmoduls aufgenommen. Die nächste Columne derselben Tabelle enthält die Druckfestigkeiten, welche durch Zerdrücken der prismatischen Probestücke ermittelt wurden, nachdem vorher der Messapparat abgenommen worden war.

Die Blätter III—V zeigen, dass die Spannungscurven für Zug und Druck am Anfangspunkt des Coordinatensystems so ziemlich stetig ineinander übergehen, d. h. ohne einen Brechungspunkt zu bilden. In Bezug auf die Art und Weise dieses Ueberganges lassen sich drei Fälle unterscheiden: Da, wo 1) der Elasticitätsmodul für Zug nahezu constant ist, die betreffende Spannungscurve also gerade, da ist dasselbe auch für Druck der Fall und beide Spannungslinien bilden nahezu gleiche Winkel mit den Coordinatenachsen, die Elasticitätsmodulen für Zug und Druck sind nahezu gleichgross. Wenn 2)

der Elasticitätsmodul für Zug veränderlich ist, dann wird er allemal mit steigender Belastung kleiner und die Spannungscurve für Zug kehrt ihre concave Seite der Abscissenaxe zu. Nimmt dann a) der Elasticitätsmodul für Druck von Anfang an zu, oder ist er nahezu constant, so bilden beide Spannungscurven eine stetige Linie, die durchweg ihre Concavität nach einer und derselben Seite hin kehrt, oder die Spannungslinie für Druck ist nahezu Tangente an die für Zug im Anfangspunkt des Coordinatensystems (s. z. B. Nr. 8 und 19 auf Blatt III, Nr. 26 auf Blatt IV und Nr. 52 auf Blatt V). Wenn aber b) der Elasticitätsmodul für Druck anfangs ab- und dann wieder zunimmt, so gehen beide Spannungscurven mit einem Wendepunkt durch den Anfang des Coordinatensystems. Dieser letztere Fall ist bei weitem der häufigere und kommt bei fast allen Steinsorten mehr oder minder ausgeprägt vor, bei den Graniten (Nr. 13, Blatt III), bei den Buntsandsteinen (Blatt IV), bei den Molassen-, Grün-, Burg-, Lettenkohlen- Ueberkohlendsteinen und bei Nagelfluh auf Blatt V, nur bei den Kalksteinen nicht (Blatt III). Ich glaube daher, dass die Erscheinung von einer Auflockerung der Gesteine durch die Erschütterungen bei der Bearbeitung der Probestücke herrührt, welche hier überall durch Hammer und Meisel bewerkstelligt wurde. Diese Auflockerung, welche sich begreiflicherweise mehr fühlbar machen muss bei den körnigen Gesteinen als bei den dichten, bringt offenbar eine Verringerung des Elasticitätsmoduls bei kleinen Belastungen sowohl bei Druck als Zug hervor und damit jene eigenthümliche Form der Spannungscurven. Ich werde die nächste, sich darbietende Gelegenheit benützen, die Richtigkeit dieser Anschauung dadurch zu prüfen, dass ich die betreffenden Probestücke nur mit der Säge und dem Hobel bearbeiten lasse, wobei die Erschütterungen viel geringer sind, als bei der Behandlung mit Hammer und Meisel.

Die sämtlichen Druck-Probestücke in Würfelgestalt wurden auf die Weise geprüft, die ich von jeher für natürliche Gesteine befolgt habe, nämlich so, dass sie mit gehobelten Druckflächen an den gleichfalls gehobelten gusseisernen Druckplatten anlagen, von denen die eine im Kugelgelenk leicht beweglich war. Die dabei erhaltenen Resultate sind in Tabelle I eingetragen. Von jedem dieser Probestücke wurde ausserdem unmittelbar vor der Prüfung auf Druck durch Ausmessen seiner Dimensionen und Abwiegen das specifische Gewicht bestimmt. Es findet sich in Tabelle I immer neben der Druckfestigkeit angegeben. Die Steine waren hiebei stets vollständig luft-trocken.

#### V. Abschnitt: Versuche über Abscheerungsfestigkeit.

Der Apparat der Werder'schen Prüfungsmaschine zur Bestimmung der Abscheerungsfestigkeit ist bekannt.

Ein kleiner Schlitten mit einer an einem Stahlprisma gebildeten Kante wird in der, zu dieser Kante senkrechten Richtung gegen eine ähnliche, am Gestelle feste und zu jener parallele Kante vorgeschoben, während das zu prüfende Stück zwischen beiden Kanten sich befindet. Die Probestücke waren sämmtlich Bruchstücke, die bei den Zugversuchen erhalten wurden. Die Flächen, mit denen sie an den Abscheerungskanten anlagen, waren eben und parallel gehobelt worden.

Die Abscheerung wurde in drei verschiedenen Ebenen ausgeführt: eine davon war parallel zum Lager (Schichtung) die anderen beiden senkrecht dazu. Bei letzteren unterscheidet sich in bekannter Weise die Richtung oder Stellung senkrecht und quer zum Lager, ähnlich wie bei der Biegung. — Die gefundenen Schubfestigkeiten sind in den drei letzten Columnen der Tabelle I enthalten. Die Schubfestigkeiten senkrecht und quer zum Lager sind häufig ganz oder nahezu gleichgross; wo sie verschieden sind, ist bald die eine, bald die andere grösser. Die Schubfestigkeit parallel zum Lager ist fast immer, manchmal sehr erheblich kleiner, als jene beiden, namentlich bei solchen Steinen, die eine deutlich ausgesprochene Schichtung zeigen.

#### Nachträge.

##### 1.

Auf Anregung des Herrn Professor Ržiha in Wien ergänzte ich die oben mitgetheilten Untersuchungen noch durch ebensolche, an Grauwacke angestellte, einem Material, das ja für den Berg- und Tunnelbau von grösster Wichtigkeit ist. Um ein entsprechendes Versuchsstück zu erhalten, wandte ich mich an die kgl. preuss. Eisenbahndirection in Elberfeld, welche, meiner Bitte mit dankenswerther Bereitwilligkeit entsprechend, mir ein parallelepipedisches Stück Grauwacke aus einem Bruche im Nettethale bei der Stadt Altena durch das kgl. Eisenbahnbetriebsamt dortselbst übersenden liess.

Dieses Stück, ein rechtwinkeliges Parallelepiped von 89 cm Länge, einer mittleren Querschnittsbreite von 16,9 cm und = Höhe von 22,1 cm, während der Querschnitt in der Mitte 17,0 cm breit und 21,95 cm hoch war, wurde zunächst auf Biegeelasticität und Festigkeit geprüft, indem es auf eine Spannweite von 81 cm frei angelegt und durch eine in der Mitte concentrirte Kraft durchgebogen und endlich durchgebrochen wurde ganz in derselben Weise, wie schon auf S. 2 beschrieben. Die Resultate dieses Versuches sind in Tabelle 4 enthalten und in der am weitesten rechts liegenden Figur des Blattes II in denselben Massstäben wie die übrigen Figuren dieses Blattes aufgetragen.

**Tabelle 4.**

Parallelepiped aus Grauwacke, auf Biegung geprüft.  
Spannweite = 81 cm; Querschnitts-Breite = 16,9 cm,  
-Höhe = 22,1 cm.

Be- last- ung P t	Bieg- ungs- Pfeil 1/50 cm	Differ. 1/5000 cm	Be- merk- ungen	Be- last- ung P t	Bieg- ungs- Pfeil 1/50 cm	Differ. 1/5000 cm	Be- merk- ungen
0	0			5,5	0,54	2	
0,25	0,04	4		5,75	0,55	1	
0,5	0,12	8		6,0	0,57	2	
0,75	0,145	2,5		0	0,18		
1,0	0,17	2,5		6,0	0,59	1	
0	0,095			6,25	0,60	0,5	
1,0	0,165			6,5	0,605	2,5	
1,25	0,195	3		6,75	0,63	1,5	
1,5	0,225	3		7,0	0,645		
1,75	0,235	1		0	0,20		
2,0	0,265	3		7,0	0,655	1,5	
0	0,10			7,25	0,67	1,5	
2,0	0,27	2		7,5	0,685	2	
2,25	0,29	1		7,75	0,705	1	
2,5	0,30	2,5		8,0	0,715		
2,75	0,325	2		0	0,215		
3,0	0,345			8,0	0,73	1,5	
0	0,12			8,25	0,745	1,5	
3,0	0,345	1,5		8,5	0,76	1,5	
3,25	0,36	1,5		8,75	0,775	1	
3,5	0,375	1,5		9,0	0,785		
3,75	0,39	1,5		0	0,235		
4,0	0,405	1,5		9,0	0,805	2	
0	0,15			9,25	0,825	1,5	
4,0	0,43	1		9,5	0,84	2	
4,25	0,44	2		9,75	0,86		
4,5	0,46	1,5		10,0	kaum angezogen, erfolgt der Bruch bei 9,8t um etwa 20 cm ausserhalb d. Mitte an einer fehler- haften Stelle. $\delta_0 = 74at$ a. d. Bruchstelle $\delta_0 > 145at$ in der Mitte.		
4,75	0,475	1,5					
5,0	0,49	1,5					
0	0,17						
5,0	0,505	1,5					
5,25	0,52						

Man sieht, der Elasticitätsmodul ist fast vollständig constant, bis zum Bruche hin, und beträgt 414000 at.

Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von 9,8t etwa 20 cm weit ausserhalb der Mitte ziemlich schief an einer Stelle, wo das Material von unregelmässiger Struktur und vermischt mit eingesprengten tiefschwarzen Bestandtheilen sich zeigte. Die normal zur Längsrichtung gemessenen Dimensionen des Bruch-Querschnittes waren: Breite = 16,7 cm und Höhe = 22,1 cm.

Das Material hatte also an dieser Stelle nur eine Biegefestigkeit von

$$\delta_0 = \frac{\frac{1}{2} \times 9800 \times 20,5}{\frac{1}{6} \times 16,7 \times 22,12} = 74 at,$$

während in der Mitte, also im wahrscheinlich fehlerfreien Material, die Biegefestigkeit jedenfalls grösser als

Bauschinger, Mittheilungen, X.

$$\delta_0 = \frac{\frac{1}{2} \times 9800 \times 40,5}{\frac{1}{6} \times 17,0 \times 21,95^2} = 145 at$$

ist. — Das Parallelepiped sollte mit seiner schmalen Längsseite parallel zur Schichtung oder zum Lager herausgearbeitet sein, aber es war im Bruche, hier sowohl wie bei den späteren Versuchen, keine Spur von Schichtung zu erkennen.

Aus dem grösseren der beiden Bruchstücke wurden in ähnlicher Weise, wie es die Figur auf Blatt III zeigt, ein quadratisches Prisma und eine „Lamelle“, und ausserdem noch zwei Würfel von ca. 6 cm Kantenlänge mit Hammer und Meisel herausgearbeitet. Nur erhielt die Lamelle die auf S. 6 angedeutete einfachere Gestalt. Sie wurde bei der Prüfung auf Zug-Elasticität und Festigkeit in die Mäuler der gusseisernen Zugköpfe zwischen gezahnten Stahlkeilen eingespannt. Die Flächen, an denen letztere angriffen, waren durch Abhobeln mit Diamanten genau eben und parallel gemacht worden. In dieser Weise entsprach die Anordnung vollständig ihrem Zwecke. Der Bruch erfolgte fast genau in der Mitte der verschwächten Strecke, deren Querschnitt  $7,10 \times 5,43 cm$  betrug. Die Verschwächung machte 1,2 cm auf jeder Seite aus.

Die Resultate des mit dieser Lamelle angestellten Zugversuches sind in Tabelle 5 enthalten und diejenigen des Druckversuches mit dem quadratischen Prisma von  $8,10 \times 8,10 cm$  Querschnitt und 19,8 cm Länge in Tabelle 6; beide Versuchsreihen sind in der betreffenden Figur auf Blatt III unter Anwendung derselben Methode

**Tabelle 5.**

Lamelle aus Grauwacke, auf Zug geprüft.  
l = 6,00 cm; Querschn. =  $7,10 \times 5,43 = 38,55 qcm$ .

Be- last- ung P t	Ver- längrg. auf 6 cm 1/10000 cm	Differ. 1/100000 cm	Be- merk- ungen	Be- last- ung P t	Ver- längrg. auf 6 cm 1/10000 cm	Differ. 1/100000 cm	Be- merk- ungen
0	0			0	0,03		
0,2	0,06	6		2,4	0,56		
0,4	0,10	4		2,6	0,60	4	
0,6	0,13	3		2,8	0,66	6	
0,8	0,19	6		3,0	0,70	4	
0	0,00			3,2	nicht mehr erreicht, bei ca. 3,1t erfolgt der Bruch an einer Einspannstelle; hieraufmit abgehobelten Flächen an den Anlage- stellen der Stahlkeile nochmal eingespannt, er- folgt der Bruch bei 5,55 t nahezu in der Mitte. $\alpha_0 = 144 at$ .		
0,8	0,19						
1,0	0,22	3					
1,2	0,28	6					
1,4	0,31	3					
1,6	0,36	5					
0	0,02						
1,6	0,37						
1,8	0,41	4					
2,0	0,45	4					
2,2	0,50	5					
2,4	0,56	6					

Tabelle 6.

Prisma aus Grauwacke, auf Druck geprüft.

l = 6,00 cm; Querschn. 8,10 × 8,10 = 65,51 qcm.

Be- last- ung P t	Ver- kürzg. auf 6 cm 1/1000cm	Differ. 1/1000000 cm	Be- merk- ungen	Be- last- ung P t	Ver- kürzg. auf 6 cm 1/1000cm	Differ. 1/1000000 cm	Be- merk- ungen
0	0			0	0,11		
0,2	0,02	2		10	1,28		
0,4	0,05	3		12	1,51	23	
0,6	0,08	3		14	1,76	25	
0,8	0,10	2		16	2,00	24	
1,0	0,11	1		18	2,25	25	
0	0,00			20	2,49	24	
1,0	0,11			0	0,13		
1,2	0,13	2		20	2,50		
1,4	0,15	2		22	2,73	23	
1,6	0,18	3		24	2,98	25	
1,8	0,20	2		26	3,25	27	
2,0	0,22	2		28	3,49	24	
0	0,00			30	3,73		
2	0,22			0	0,18		
3	0,35	13		30	3,74		
4	0,49	14		35	4,38	64	
5	0,66	17		40	5,02	64	
6	0,78	12		45	5,67	65	
0	0,10			50	6,30	63	
6	0,79			0	0,27		
7	0,90	11					
8	1,04	14					
9	1,16	12					
10	1,27	11					

Bei 95t noch kein Bruch  
nur Knistern und leises  
Krachen. $\beta_0 > 1450 at.$ 

und der gleichen Massstäbe wie früher auch wieder graphisch dargestellt.

Der Elasticitätsmodul für Zug ist fast vollständig constant bis zum Bruche, gleich 667000 at, derjenige für Druck ist ein wenig veränderlich, von 831000 at am Anfang bis 714000 at bei ungefähr 6—800 at Beanspruchung.

Der Bruch durch Zug erfolgte bei 5,55 t, die Zugfestigkeit beträgt also

$$\alpha_0 = \frac{5550}{7,10 \times 5,43} = 144 at.$$

Das Prisma, dessen Länge etwa 2,5mal so gross als die Querschnittsbreite und -Höhe ist, konnte mit 95 t nicht zerdrückt werden. Seine Druckfestigkeit ist also grösser als 1450 at. Die beiden Würfel von ca. 6 cm Kantenlänge, deren spezifisches Gewicht zu 2,71 und 2,73 gefunden wurde, ergaben Druckfestigkeiten von 2380 und 2360 — im Mittel 2370 at.

Die beim Zugversuche entfallenen Bruchstücke wurden auch hier wieder auf Abscherung geprüft; sie ergaben für drei aufeinander senkrechte Richtungen der Abscherungs-Ebenen:

- a) senkrecht zur schmalen Langseite des ursprünglichen Parallelepiped eine Schubfestigkeit von 140—89—105 at;

b) parallel zu jener Langseite 130—118 at;

c) quer zu jener Langseite 256—176 at.

Die Bruchfläche war durchweg sehr unregelmässig, muschelig.

## 2.

Im November 1883 wurden dem mechanisch technischen Laboratorium vom Herrn Bezirksingenieur Schleicher in Kirchheimbolanden aus zweien von der Gesellschaft der Pfälzischen Bahnen neu in Betrieb genommenen Sandsteinbrüchen bei Schweissweiler im Alsenzthale je ein Parallelepiped von 110 cm Länge und 21 × 27 cm Querschnitt und je 5 Würfel von 10 cm Kantenlänge zugesandt mit dem Verlangen, diese Steine ähnlichen Festigkeitsproben zu unterwerfen, wie die in vorstehender Zusammenstellung mit Nr. 44 und 45 bezeichneten Ueberkohlen-sandsteine aus den, derselben Gesellschaft gehörigen Steinbrüchen Jungenwald und Fallbrückenwald bei Hochstätten im Alsenzthale. Die Resultate dieser, ganz auf die bereits beschriebene Weise angestellten Versuche sollen hier nachträglich noch mitgeteilt werden, auch schon um desswegen, weil bei ihnen die Gelegenheit ergriffen wurde, die auf S. 8 ausgesprochene Ansicht über den Verlauf der Spannungscurven für Druck und Zug der erwünschten Probe zu unterwerfen.

Die Resultate der Biegungsversuche, welche mit den beiden Parallelepipeden angestellt wurden, sind in Tabelle 7 enthalten. Die Biegungsrichtung war senkrecht zum Lager.

Der Elasticitätsmodul ist

beim Parallelepiped aus dem Bruche I:

zwischen 0 und 2,4 at Maximalspannung gleich 63000 at,  
„ 34,2 „ 36,7 at „ „ 13900 at,

beim Parallelepiped aus dem Bruche II:

zwischen 0 und 2,4 at Maximalspannung gleich 64900 at,  
„ 40,7 „ 43,1 at „ „ 28700 at.

Der Bruch erfolgte

beim Parallelepiped aus dem Bruche I bei 37,2 at,

„ „ „ „ „ II „ 45,4 at

Maximalspannung.

Die zu den Versuchen über Druck- und Zug-Elasticität und -Festigkeit dienenden Probestücke wurden aus je einer Bruchhälfte jener Parallelepipede lediglich durch Zersägen und Ab- und Aushobeln mit dem Diamanten hergestellt. Die „Lamellen“ erhielten dabei die prismatische Form, ohne schwalbenschwanzförmige Enden, waren in der Mitte auf 8 cm Länge um 1,75 cm jederseits verschwächt und wurden in die trapezförmigen Mäuler der gusseisernen Zugköpfe mittelst aufgekitteter Keile aus Eichenholz eingespannt, was hier vollständig genügte.

**Tabelle 7.**

Parallelepiped aus Ueberkohlendstein, auf Biegung senkrecht zum Lager geprüft:

aus dem Bruche I                      aus dem Bruche II  
bei Schweissweiler im Alsenzthale.

Spannweite = 100cm; Quer-      Spannweite = 100cm; Quer-  
schnitts-Breite = 21,05cm;      schnitts-Breite = 21,11cm;  
-Höhe = 26,97cm.                      -Höhe = 27,09cm.

Be- last- ung P t	Bieg- ungs- Pfeil $\frac{1}{50}cm$	Differ. $\frac{1}{50000}cm$	Bemerk- ungen	Bieg- ungs- Pfeil $\frac{1}{50}cm$	Differ. $\frac{1}{50000}cm$	Bemerk- ungen
0	0			0		
0,25	0,12	12		0,115	11,5	
0,5	0,325	20,5		0,275	16	
0,75	0,555	23		0,49	21,5	
1,0	0,82	26,5		0,75	26	
0	0,19			0,20		
1,0	0,84			0,725		
1,25	1,105	26,5		0,90	17,5	
1,5	1,385	28		1,07	17	
1,75	1,68	29,5		1,265	19,5	
2,0	1,995	31,5		1,465	20	
0	0,505			0,455		
2,0	2,03			1,485		
2,25	2,345	31,5		1,675	19,5	
2,5	2,68	33,5		1,875	20	
2,75	3,065	38,5		2,07	19,5	
3,0	3,485	42		2,28	21	
0	0,95			0,605		
3,0	3,56			2,31		
3,25	3,97	41		2,52	21	
3,5	4,445	47,5		2,72	20	
3,75	4,99	54,5		2,95	23	
4,0	kaum angezogen, erfolgt			3,17	22	
0	der Bruch bei ca. 3,8t			0,965		
4,0	genau in der Mitte.			3,215		
4,25	$\delta_0 = 37,2 at.$			3,455	24	
4,5				3,715	26	
4,75				3,965	25	
						Bruch!
						nach ca. $\frac{3}{4}$ Minuten in der
						Mitte.
						$\delta_0 = 45,4 at.$

Die Resultate der angestellten Zugversuche sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Der Elasticitätsmodul für Zug ist demnach

bei dem Probestücke aus dem Bruche I:

zwischen 0 und 1,7at Zugspannung gleich 100500 at,  
" 13,4 " 15,1at " " 17000 at.

bei dem Probestücke aus dem Bruche II:

zwischen 0 und 1,7at Zugspannung gleich 113000 at,  
" 18,7 " 20,4at " " 22200 at.

Die Zugfestigkeit betrug:

bei dem Probestück aus dem Bruche I: 16,4 at,

" " " " " " " II: 20,4 at.

Die Resultate der Druckversuche, welche mit den

Prismen vom Seitenverhältniss 1 : 1 : 2 $\frac{1}{2}$  angestellt wurden, sind in Tabelle 9 enthalten.

**Tabelle 8.**

Lamellen aus Ueberkohlendstein, auf Zug parallel zum Lager geprüft:

aus dem Bruche I                      aus dem Bruche II  
bei Schweissweiler im Alsenzthale.

l = 6,00 cm                                      l = 6,00 cm

Querschnitt = 8,20 × 7,28              Querschn. = 8,30 × 7,08  
= 59,7 qm.                                      = 58,8 qm.

Be- last- ung P t	Ver- längrg. auf 6 cm $\frac{1}{10000}cm$	Differ. $\frac{1}{100000}cm$	Bemerk- ungen	Ver- längrg. auf 6 cm $\frac{1}{10000}cm$	Differ. $\frac{1}{100000}cm$	Bemerk- ungen
0	0			0		
0,1	0,10	10		0,09	9	
0,2	0,21	11		0,17	8	
0,3	0,39	18		0,28	11	
0,4	0,59	20		0,41	13	
0	0,14			0,07		
0,4	0,62			0,44		
0,5	0,82	20		0,57	13	
0,6	1,15	33		0,73	16	
0,7	1,52	37		0,96	23	
0,8	2,01	49		1,20	24	
0	0,67			0,31		
0,8	2,10			1,21		
0,9	2,69	59		1,45	24	
1,0	nicht mehr, aber nahezu			1,78	33	
1,1	erreicht; Bruch bei ca.			2,12	34	
1,2	0,97t.			2,58	46	
0	$\alpha_0 = 16,4 at.$			0,90		
1,2				Eben wieder erreicht, dann		
				Bruch.		
				$\alpha_0 = 20,4 at.$		

**Tabelle 9.**

Prismen aus Ueberkohlendstein, auf Druck parallel zum Lager geprüft:

aus dem Bruche I                      aus dem Bruche II  
bei Schweissweiler im Alsenzthale.

l = 6,00; ganze Länge = 24 cm      l = 6,00; gze. Länge = 24 cm  
Querschnitt = 10,00 × 10,40      Querschn. = 10,20 × 10,48  
= 104,0 qm.                                      = 106,9 qm.

Be- last- ung P t	Ver- kürzg. auf 6 cm $\frac{1}{10000}cm$	Differ. $\frac{1}{100000}cm$	Bemerk- ungen	Ver- kürzg. auf 6 cm $\frac{1}{10000}cm$	Differ. $\frac{1}{100000}cm$	Bemerk- ungen
0	0			0		
0,2	0,23	23		0,13	13	
0,4	0,46	23		0,28	15	
0,6	0,69	23		0,42	14	
0,8	0,92	23		0,58	16	
1,0	1,17	25		0,71	13	
0	0,15			0,03		



Bei beiden Steinen hat also das Gefrieren eine beträchtliche Verringerung der Druckfestigkeit parallel zum Lager hervorgebracht. Die Bruchstücke der betreffenden Probestücke waren merklich mürber und zerreiblicher als bei den nicht dem Gefrieren ausgesetzt gewesenen Probestücken.

Die Abscheerungsversuche, an den bei den Zugversuchen entfallenen Bruchstücken angestellt, ergaben folgende Resultate:

I) Sandstein aus dem Bruche I:

Schubfestigk. senkrecht zum Lager: 43 u. 39 im Mittel 41 at,  
 „ parallel „ „ 36 u. 44 „ „ 40 at,  
 „ quer „ „ 50 u. 47 „ „ 48,5 at.

II. Sandstein aus dem Bruche II:

Schubfestigk. senkrecht zum Lager: 48 u. 45 im Mittel 46,5 at,  
 „ parallel „ „ 32 u. 39 „ „ 35,5 at,  
 „ quer „ „ 45 u. 53 „ „ 49 at.

München, im April 1884.

J. B.

Tabel  
Elasticität und Festigkeit der wichtigsten

Table with columns: Laufende Nummer und Bezeichnung, Material, Gewinnungsort, Bruchbesitzer oder Einsender, Biegungs- (Elasticitätsmodul, Festigkeit), and Richtung zum Lager. Rows include materials like Leucophyr, Diabas, Syenitgranit, etc.

\* Bruchstücke sehr ungleichmässig, ein grosser Theil des Probestückes nicht zerstört.

Ie I.  
natürlichen Bausteine in Bayern.

Table with columns: Zug- (Elasticitätsmodul, Festigkeit) and Druck- (Elasticitätsmodul, Festigkeit für Würfel, Schubfestigkeit). Rows include materials like Leucophyr, Diabas, etc., with detailed mechanical test results.

Tabel (Fortsetz)

Table with columns: Laufende Nummer und Bezeichnung, Material, Gewinnungsort, Bruchbesitzer oder Einsender, Biegungs-Elastizitätsmodul, Festigkeit, Richtung zum Lager. Rows 29-70.

\*) ⊥ Zum Lager.
\*\*) ⊥ Zum Lager.

le I. ung.)

Table with columns: Zug-Elastizitätsmodul, Festigkeit, Druck-Elastizitätsmodul, Festigkeit für Würfel, Schubfestigkeit. Rows 29-70.



**Tabelle II.**

**Resultate der Biegungs-Versuche mit Stein-Parallelepipeden,**

welche bei einer Spannweite von  $l = 100\text{ cm}$ , einer Querschnittsbreite von  $b\text{ cm}$  und -Höhe von  $h\text{ cm}$  (s. u.) durch eine in der Mitte concentrirte Kraft  $P$  durchgebogen wurden.  
(Senkrecht oder quer zum Lager.)

Be- last- ung $P$	Leucophyr vom Silberberg Nr. 1 $b = 21,0$ $h = 27,0$		Granit, hell von Metten Nr. 7 $b = 21,0$ $h = 27,0$		Granit, dunk. von Metten Nr. 8 $b = 21,12$ $h = 27,22$ quer		Granit von Kittmühl Nr. 13 $b = 22,23$ $h = 27,0$ quer		Devonischer Clymenien- kalk von d. Hoh.Saass Nr. 14 $b = 21,1$ $h = 27,3$		Schaumkalk von Randersacker Nr. 17 <sup>a</sup> $b = 21,04$ $h = 26,98$ senkrecht		Schaumkalk von Randersacker Nr. 17 <sup>d</sup> $b = 21,10$ $h = 26,95$ senkrecht		Jurakalk von Ebenwies Nr. 18 $b = 21,92$ $h = 27,33$ senkrecht		Jurakalk von Ihrlenstein Nr. 19 $b = 24,70$ $h = 30,83$ quer		sog. Granit- marmor von Rohrdorf Nr. 23 $b = 22,0$ $h = 27,0$			
	$t$	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	
0	0		0	2,5	0	3,5	0	3	0	3	0	5	0	11	0	7,5	0	1	0			
0,25		5,5	0,025	4	0,035	3,5	0,03	3	0,05	5	0,11	11	0,075	7,5	0,025	2,5	0,08	8				
0,5	0,055		0,065	5	0,07	5,5	0,03		0,05		0,11		0,075		0,025		0,08					
0,75		4,5	0,115	3,5	0,125	4	0,25	22	0,14	11	0,085	3,5	0,21	10	0,135	6	0,05	4,5	0,25	17		
1,0	0,10		0,15	5,5	0,165	4,5	0,25		0,14		0,085		0,21		0,135		0,14	4,5	0,25	6		
1,25		4,5	0,205	4	0,21	3,5	0,395	14,5	0,165	2,5	0,11	2,5	0,23	2	0,21	7,5	0,18	4	0,31	6		
1,5	0,145		0,245	4	0,245	5	0,395		0,165		0,11		0,23		0,21		0,18	4	0,31	3		
1,75		1,5	0,28	3,5	0,295	5		17		2		4				0,225	4,5			3		
2,0	0,16		0,32	4	0,33	3,5	0,565		0,185		0,15		0,27		0,275		0,285	6	0,34	3		
0	-0,01		0,045		0,05		0,10		0,08		0,01		0,055		0,02		0,17		0,095			
2,0	0,145	3	0,265	10	0,315	8	0,55	16,5	0,16	2	0,16	3,5	0,265	3,5	0,275	8	0,285	11,5	0,345	2,5		
2,5	0,175	1,5	0,365	10	0,395	7,5	0,715	15	0,18	2,5	0,195	4	0,30	3,5	0,355	8,5	0,40	12,5	0,37	3,5		
3,0	0,19	2	0,465	10	0,47	8,2	0,865	17	0,205	2,5	0,235	4,5	0,335	2	0,44	9,5	0,525	11,5	0,405	2,5		
3,5	0,21	1,5	0,565	9,5	—	8,3	1,035	19	0,23	2,5	0,28	5	0,355	5	0,535	7,5	0,64	12,5	0,43	3		
4,0	0,225		0,66		0,635		1,225		0,255		0,33		0,405		0,61		0,765		0,46			
0	0,005		0,035		0,06		0,195		0,06		0,075		0,08		0,04		0,225		0,125			
4,0	0,235	2	0,64	8,5	0,64	7,5	1,235	17,5	0,225	2,5	0,325	4,5	0,395	5	0,635	7	0,775	9	0,45	2		
4,5	0,255	2,5	0,725	9,5	0,715	8	1,41	21	0,25	3	0,37	6	0,445	4,5	0,705	13,5	0,865	13,5	0,47	2		
5,0	0,28	2	0,82	8	0,795	8	1,62	23,5	0,28	3,5	0,43	5,5	0,49	5	0,76	15,5	1,00	13,5	0,49	2		
5,5	0,30	2	0,90	8	0,875	8	1,815	25,5	0,305	4	0,485	5,5	0,54	5	0,835	17,5	1,00	13,5	0,49	2		
6,0	0,32	2	1,00	10	0,975	10	2,06	28,5	0,325	4,5	0,535	5,5	0,61	7	0,905	20,5	1,00	13,5	0,49	2		
0	0,005		0,06		0,09		0,37		0,055		0,135		0,08		0,09		0,275		0,08			
6,0	0,315	2	1,00	8	0,965	9	2,085	23,5	0,305	4	0,56	8,5	0,61	7	0,905	20,5	1,00	13,5	0,49	2		
6,5	0,335	2,5	1,08	10,5	1,055	10	2,32	23,5	0,345	2,5	0,645	8,5	0,61	7	0,905	20,5	1,00	13,5	0,49	2		
7,0	0,36	2	1,185	9,5	1,155	10,5	2,555	20,5	0,37	2,5												
7,5	0,38	3	1,28	11	1,26	11	2,85	27	0,395	2,5												
8,0	0,41		1,39		1,37		3,12		0,42													
0	0,015		0,105		0,14		0,55		0,045													
8,0	0,435	3	1,365	10	1,36	10	3,11	30	0,415													
8,5	0,465	3,5	1,465	10,5	1,46	10,5	3,41	32,5	Eben er- reicht, dann Bruch!													
9,0	0,50	2	1,57	9,5	1,565	10,5	3,735		Nicht mehr er- reicht, dann Bruch! bei ca. 9,1 t.													
9,5	0,52	2,5	1,665	9,5	1,67	10,5																
10,0	0,615	3	1,76	10,5	1,775	10,5																
0	0,08		0,155		Bruch!																	
10,0	0,625	2,5	1,76	10																		
10,5	0,65		1,86	11																		
11,0	Eben erreicht, dann Bruch bei 11,0 t.		1,97	11,5	2,085																	
11,5			2,085																			
12,0																						
0																						
12,0																						
12,5																						
13,0																						
13,5																						
14,0																						

**Tabelle II.**

(Fortsetzung.)

Be- last- ung $P$	Tuffstein von Hugfling Nr. 25 $b = 21,11$ $h = 26,50$ senkrecht		Haupt- Buntsandstein von Landstuhl Nr. 26 $b = 21,10$ $h = 26,47$ senkrecht		Buntsandstein von Heigenbrück. weiss Nr. 29 $b = 20,13$ $h = 25,03$ quer		Buntsandstein von Heigenbrück. roth Nr. 30 $b = 20,2$ $h = 25,0$ quer		Buntsandst. von Rodenbach Nr. 31 $b = 21,34$ $h = 25,15$ senkrecht		Buntsandst. von Holzkirchen Nr. 32 $b = 21,13$ $h = 24,57$ senkrecht		Buntsandst. von Gössenheim Nr. 33 $b = 21,14$ $h = 24,80$ senkrecht		Buntsandstein von Adelsberg Nr. 34 $b = 20,81$ $h = 25,13$ senkrecht		Buntsandstein von Kronach Nr. 36 $b = 20,95$ $h = 26,59$ senkrecht		Lettenkohlen- Sandstein von Höchberg Nr. 42 $b = 20,23$ $h = 25,05$ senkrecht			
	$t$	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	Biegs- Pfeil $\frac{1}{50\text{ cm}}$	Diff.	
0	0		0	26,5	0	36,5	0	20	0	9	0	12	0	21,5	0	18,5	0	32,5	0	29,5		
0,25		23	0,265	28	0,365	36,5	0,29	29	0,09	12	0,12	12	0,215	21,5	0,185	18,5	0,325	32,5	0,235	42		
0,5	0,23		0,545	28	0,365	36,5	0,29	29	0,21	21,5	0,24	14,5	0,215	21,5	0,185	18,5	0,325	32,5	0,235	42		
0,75		24	0,825	27	0,86	49,5	0,89	60	0,425	18	0,385	15,5	0,425	18	0,385	31,5	1,455	60,5	1,205	55		
1,0	0,47		1,095	27,5	0,86	49,5	0,89	60	0,605	14,5	0,54	16	0,62	16	0,50	27	2,15	73	1,775	63		
1,25		16,5	1,37	26	1,37	66,5	1,525	66,5	0,75	14,5	0,70	17	0,77	17	0,62	27	2,88	74	2,405	63		
1,5	0,635		1,63	29,5	1,525	66,5	1,525	66,5	0,895	14,5	0,87	17	0,955	17	0,77	27	3,62	76	3,175	63		
1,75		16,5	1,925	30	1,925	77,5	2,285	73	1,06	16,5	1,055	18,5	1,155	18,5	0,955	33,5	4,38	76	3,62	63	Eben erreicht dann Bruch!	
2,0	0,80		2,225	30	2,30	77,5	2,285	73	1,215	15,5	1,275	22	1,355	22	1,08	31	5,175	79,5	4,38	63		
0	0,105		0,505		0,44		0,73		0,34		0,24		0,365		0,175		1,305					
2,0	0,81	15,5	2,27	66,5	2,335	80	2,35	75,5	1,23	32,5	1,245	35,5	1,26	33,5	1,04	31,5	5,28	80,5				
2,5	0,965	15,5	2,935	78	3,135	87,5	3,105	85,5	1,555	36,5	1,60	39	1,595	38	1,355	33	Nahezu er- reicht, dann Bruch bei etwa 2,4 t.	83				
3,0	1,12		3,715		4,01	95,5	3,96	86	1,92	38	1,99	41	1,975	41,5	1,685	39,5		86				
3,5	Nicht erreicht, höchst. 3,25 t. dann Bruch!		Nicht mehr er- reicht, dann Bruch bei ca. 3,3 t.		4,965	109,5	4,82	103	2,30	39	2,40	42	2,39	43	2,02	43,5		88				
4,0					6,06		5,85		2,69		2,82		2,82		2,365			90				
0					1,525		1,94		0,735		0,605		0,755		0,395			91				
4,0					6,14		5,98	101,5	2,695	40,5	2,835	42	2,805	43	2,34	35,5		92				
4,5					Kaum ange- zogen, dann Bruch bei 4,1 t.		6,995	Brech.	3,10	40,5	3,255	47,5	3,235	46,5	2,695	36,5		93				

Tabelle II. (Schluss.)

Table with 10 columns for different stone types (Lettenkohlen-Sandstein, Ueberkohlen-Sandstein, Schilfsandst., Burgsandst., Grünsandst., Molassen-Sandstein, Nagelfluh) and rows for load (t) and deflection (cm).

Tabelle III. Resultate von Zug-Versuchen an Stein-Lamellen

vom Querschnitt Fqcm (s. u.), deren Verlängerung bei der Belastung P auf eine Länge e = 6,00 cm gemessen wurde.

Table with 16 columns for different stone types (Granit, Devon, Schalkalk, Jurakalk, Tuffstein) and rows for load (t) and deflection (cm).

1) Eine Ecke abgesprengt.

Tabelle III. (Fortsetzung.)

Table with 16 columns for different types of sandstone (Haupt-Buntsandstein, Bundsandst., Buntsandst., Buntsandstein von Rodenbach, Buntsandstein von Holzkirchen, Buntsandstein von Gössenheim, Buntsandstein von Adelsberg, Buntsandstein von Kronach) and 2 columns for load (t) and deflection (Diff.). Includes numerical data and descriptive notes like 'Kaum angezogen erfolgt der Bruch...'.

1) u. 2) Für e = 10 cm gemessen u. auf 6,00 cm reducirt.

Tabelle III. (Schluss.)

Table with 16 columns for different types of sandstone (Lettenkohlen-Sandstein, Ueberkohlen-Sandstein, Schilfsandst., Burgsandst., Grünsandst., Molassen-Sandstein, Molassen-Sandstein, Nagelfluh) and 2 columns for load (t) and deflection (Diff.). Includes numerical data and descriptive notes like 'Eben erreicht, dann Bruch...'.

Eben erreicht, dann Bruch im obigen Querschnitt, also bei 36 at.

Tabelle IV.

## Resultate von Druck-Versuchen an Stein-Prismen

von der Länge 1 cm und nahezu quadratischem Querschnitt von  $F \text{ qcm}$  (s. u.), deren Verkürzung durch die Belastung  $P$  auf eine Länge von  $e = 6,00 \text{ cm}$  gemessen wurde.

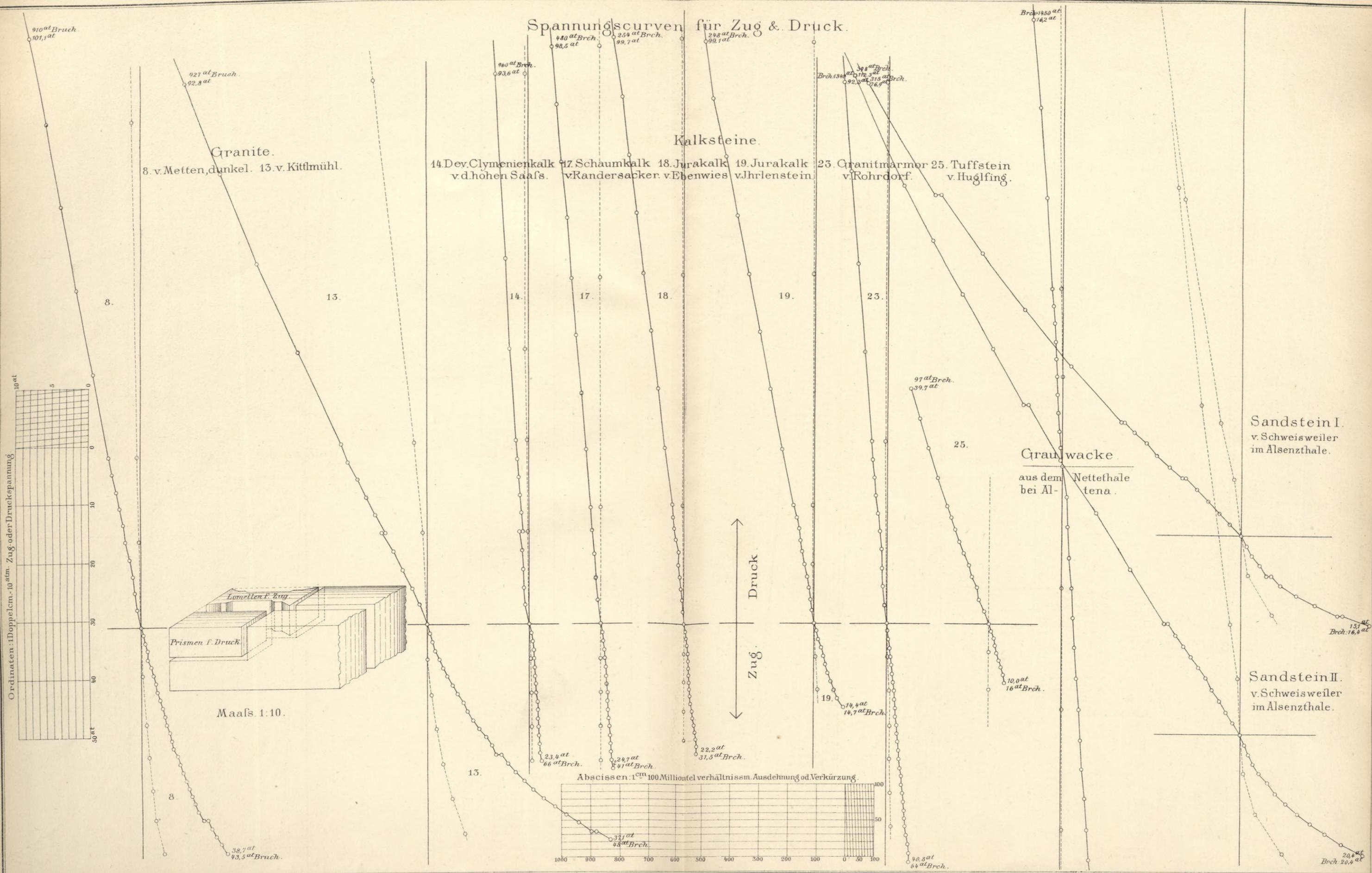
Belastung $P$ $t$	Granit, dunkel von Metten Nr. 8 1 = 18,46 F = 69,2		Granit von Kittlmühl Nr. 13 1 = 20,16 F = 64,7		Devonischer Clymenien- kalk von der Hohen Saass Nr. 14 1 = 20,20 F = 64,1		Schaumkalk <sup>1)</sup> von Randersacker Nr. 17 <sup>c</sup> 1 = 25,02 F = 101,5		Jurakalk von Ebenwies Nr. 18 1 = 24,93 F = 100,3		Jurakalk von Ihrlenstein Nr. 19 1 = 24,95 F = 100,9		sog. Granitmarmor von Rohrdorf Nr. 23 1 = 20,02 F = 65,0		Tuffstein von Huglfing Nr. 25 1 = 24,71 F = 100,7	
	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.	Verkzng $\frac{1}{1000} \text{ cm}$	Diff.
0	0		0		0		0		0		0		0		0	
0,2	0,07	7	0,15	15	0,06	6			0,01	1	0,03	3	0,02	2	0,10	10
0,4	0,12	5	0,31	16	0,09	3	0,05	5	0,03	2	0,07	4	0,06	4	0,19	9
0,6	0,18	6	0,52	21	0,11	2			0,08	5	0,11	4	0,09	3	0,25	6
0,8	0,25	7	0,71	19	0,15	4	0,08	3	0,10	2	0,15	4	0,11	2	0,36	11
1,0	0,32	7	0,94	23	0,19	4			0,13	3	0,21	6	0,15	4	0,42	6
0	0,01		0,08		0,01				0,00		0,01		0,00		0,00	
1,0	0,31		0,94		0,14				0,15		0,20		0,14		0,44	
1,2	0,38	7	1,10	16	0,17	3	0,11	3	0,17	2	0,24	4	0,18	4	0,54	10
1,4	0,46	8	1,27	17	0,19	2			0,19	2	0,29	5	0,21	3	0,63	9
1,6	0,51	5	1,46	19	0,21	2	0,15	4	0,23	4	0,33	4	0,26	5	0,71	8
1,8	0,59	8	1,65	19	0,24	3			0,25	2	0,37	4	0,28	2	0,80	9
2,0	0,66	7	1,80	15	0,26	2	0,19	4	0,27	2	0,43	6	0,32	4	0,88	8
0	0,04		0,26		0,03		0,00		0,01		0,02		0,02		0,01	
2,0	0,67		1,82		0,28		0,19		0,30		0,48		0,31		0,88	
3	1,01	34	2,71	89	0,39	11	0,29	10	0,46	16	0,70	22	0,46	15	1,27	39
4	1,37	36	3,57	86	0,49	10	0,39	10	0,60	14	0,95	25	0,60	14	1,65	38
5	1,69	32	4,32	75	0,59	10	0,50	11	0,73	13	1,18	23	0,76	16	0,00	bleibend
6	2,01	32	5,06	74	0,70	11	0,60	10	0,88	15	1,40	22	0,90	14	0,00	bleibend
0	0,19		1,10		0,06		0,00		0,02		0,03		0,03			Bruch bei 9,75 t od. 97 at.
6	2,02		5,10		0,70		0,60		0,89		1,41		0,91			
7	2,32	30	5,74	64	0,81	11	0,70	10	1,03	14	1,65	24	1,04	13		
8	2,65	33	6,39	65	0,93	12	0,80	10	1,19	16	1,89	24	1,19	15		
9	2,97	32	7,01	62	1,05	12	0,90	10	1,32	13	2,11	22	1,33	14		
10	3,27	30	7,63	62	1,16	11	1,00	10	1,48	16	2,33	22	1,49	16		
0	0,35		1,79		0,10		0,01		0,03		0,07		0,05			
10	3,28		7,71		1,16		0,99		1,49		2,35		1,47			
12	3,85	57	8,80	109	1,40	24	1,20	21	1,77	28	2,85	50	1,75	28		
14	4,41	56	9,89	109	1,64	24	1,40	20	2,05	28	3,33	48	2,05	30		
16	4,95	54	10,91	102	1,86	22	1,61	21	2,36	31	3,87	54	2,36	31		
18	5,47	52	11,90	99	2,07	21	1,81	20	2,67	31	4,42	55	2,64	28		
20	5,99	52	12,86	96	2,29	22	2,01	20	3,03	36	5,01	59	2,92	28		
0	0,70		3,11		0,12		0,05		0,07		0,17		0,10			
20	6,02		12,95		2,29			Bruch b. 48,5 t od. 480 at.	3,17			Bruch bei 25 t od. 248 at.	2,96			
22	6,49	47	13,78	83	2,50	21			3,59	42			3,27	31		
24	6,98	49	14,63	85	2,72	22			0,13	bleibend			3,55	28		
26	7,43	45	15,49	86	2,94	22				Bruch bei 25,5 t = 254 at fast lautlos; das Stück ist sehr ungleich; ein gross. Theil gar nicht zer- stört.			3,85	30		
28	7,90	47	16,29	80	3,17	23							4,16	31		
30	8,36	46	17,14	85	3,38	21							4,44	28		
0	1,12		4,24		0,13								0,16			
30	8,41			Bruch bei 60 t od. 927 at.		Bruch b. 61,5 t od. 960 at.							4,44			
35	9,51	110											5,20	76		
40	10,62	111											5,97	77		
45	1,35	bleibend											6,74	77		
50		Bruch bei 63 t od. 910 at.											0,34	bleibend		
0														Bruch bei 87 t od. 1340 at.		

<sup>1)</sup> Wurde vorher mit 2t gedrückt.



XI. Untersuchungen über die Elasticität & Festigkeit der wichtigsten natürlichen Bausteine Bayerns.

Spannungscurven für Zug & Druck.

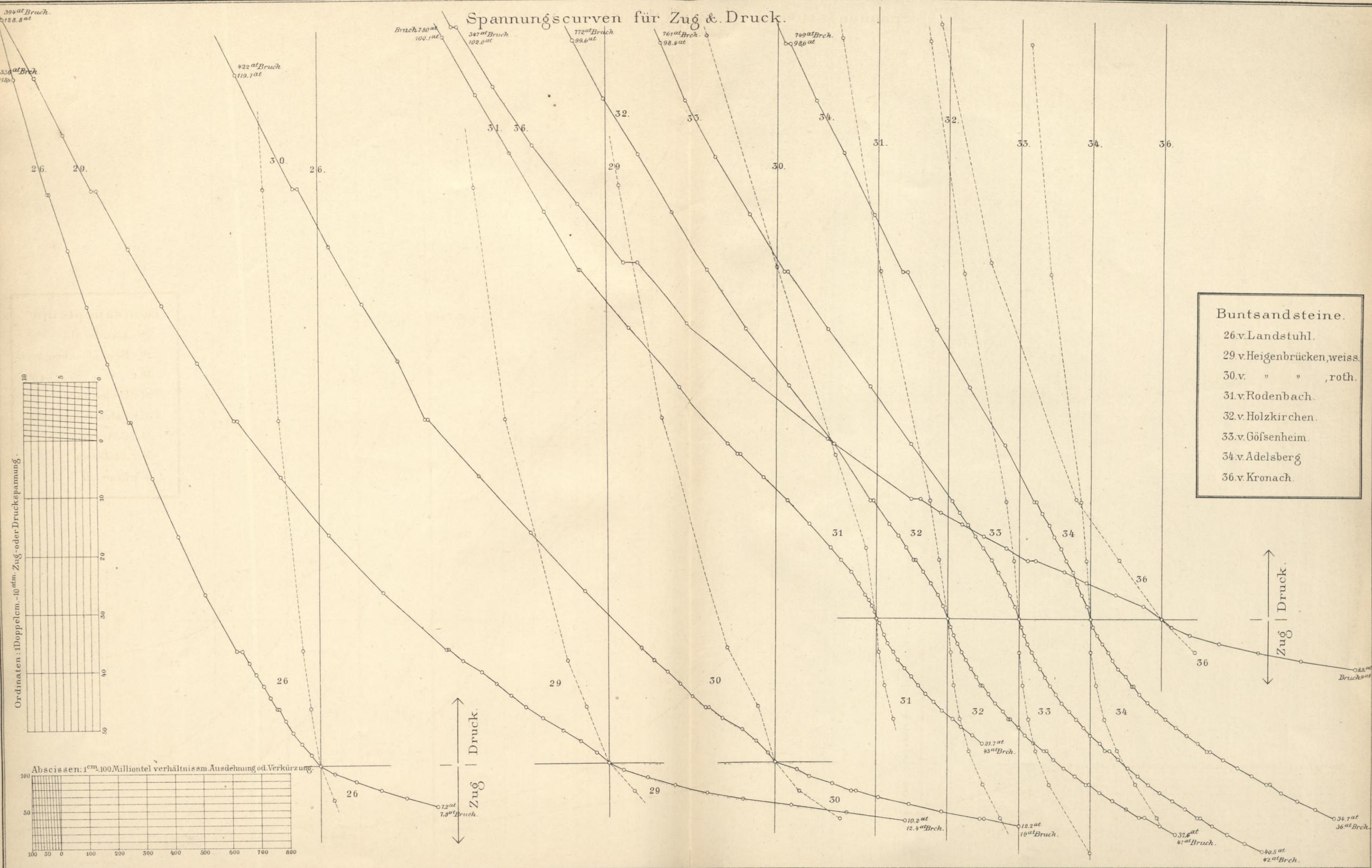




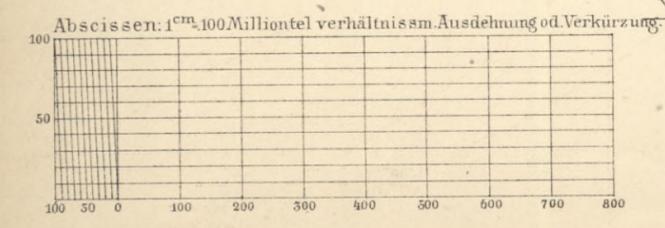
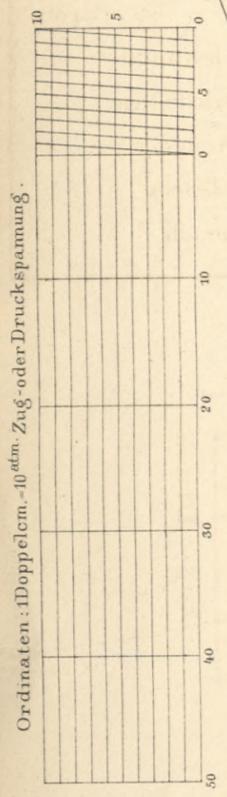


XI Untersuchungen über die Elasticität & Festigkeit der wichtigsten natürlichen Bausteine Bayerns.

Spannungscurven für Zug & Druck.



- Buntsandsteine.
- 26.v.Landstuhl.
  - 29.v.Heigenbrücken, weiss.
  - 30.v. " " , roth.
  - 31.v.Rodenbach.
  - 32.v.Holzkirchen.
  - 33.v.Göfßenheim.
  - 34.v.Adelsberg
  - 36.v.Kronach.







XI. Untersuchungen über die Elasticität & Festigkeit der wichtigsten natürlichen Bausteine Bayerns.

Spannungscurven für Zug & Druck.

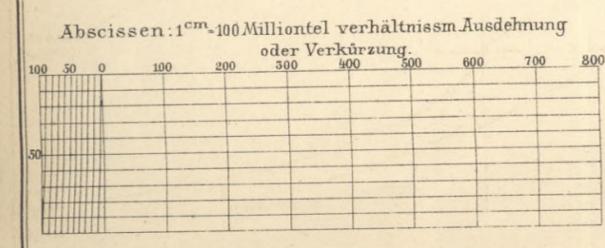
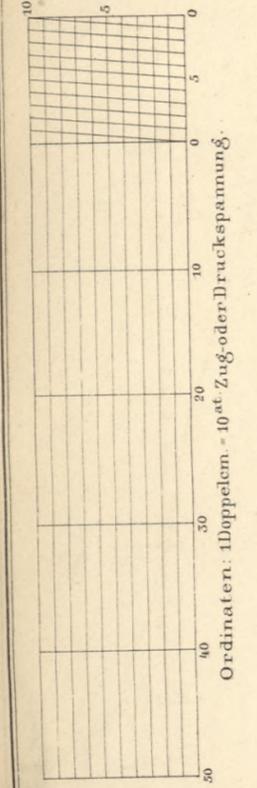
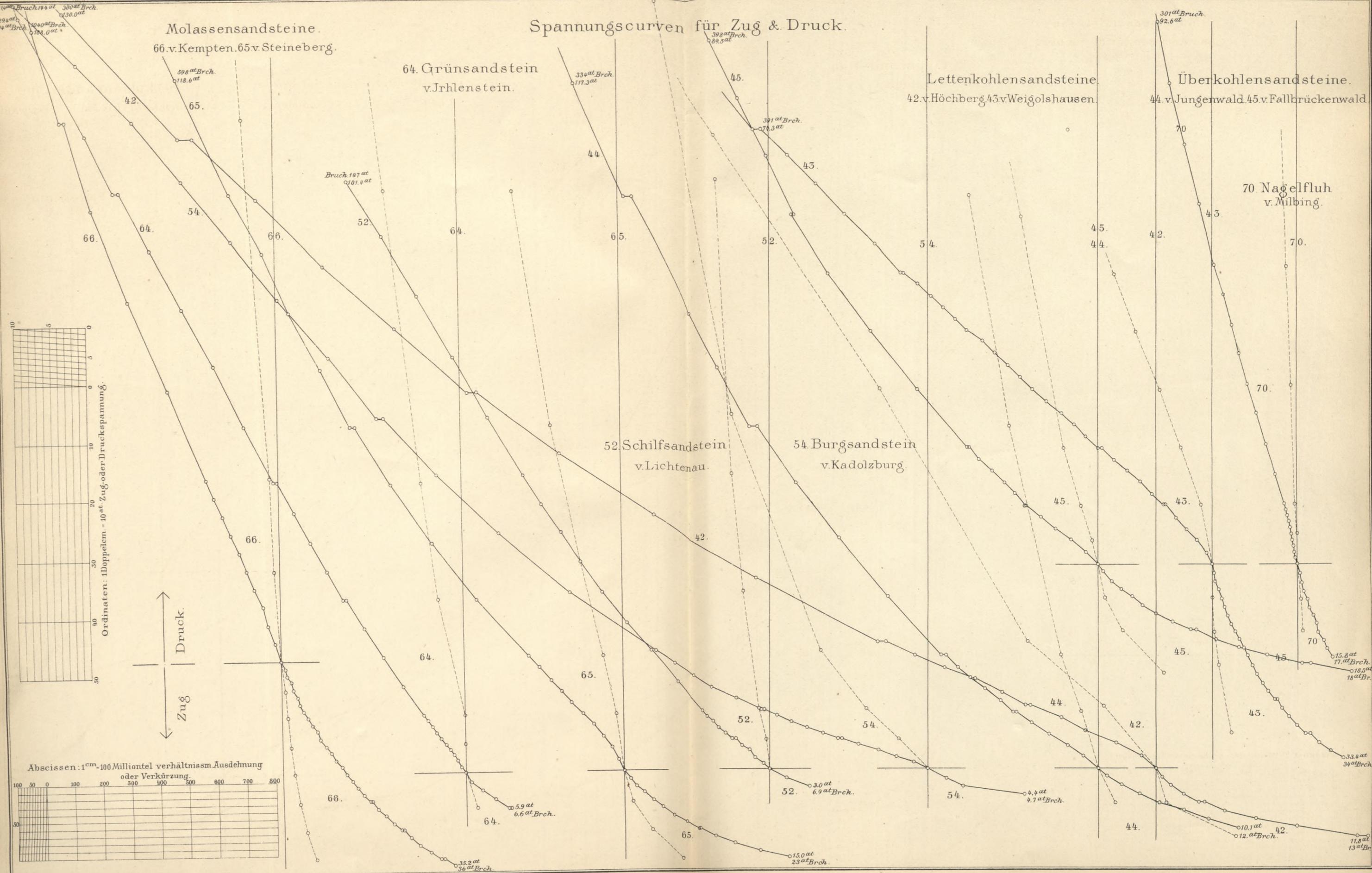
Molassensandsteine.  
66.v.Kempton.65.v.Steineberg.

64.Grünsandstein  
v.Jrhlenstein.

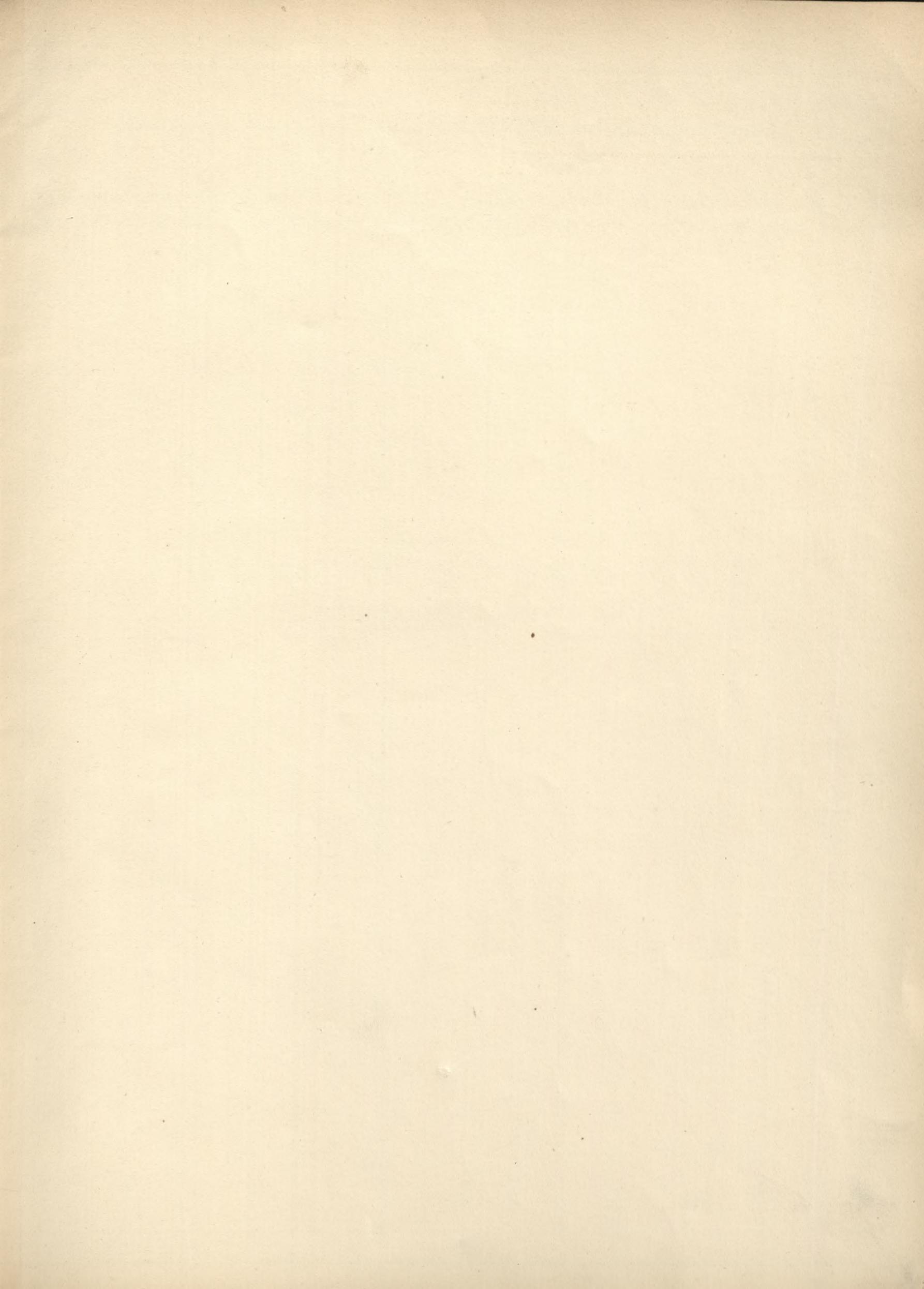
Lettenkohlsandsteine.  
42.v.Höchberg.43.v.Weigolshausen.

Überkohlsandsteine.  
44.v.Jungenwald.45.v.Fallbrückenwald.

70.Nagelfluh  
v.Milbing.







Spannungscurven für Biegung parallelepipedischer Stücke

von 100<sup>cm</sup> Spannweite, 21<sup>cm</sup> Breite & 27<sup>cm</sup> Höhe des Querschnittes.

1. Leucophyr  
v. Silberberg bei Köditz.

Granite  
7. hell v. Metten, 8. dunkel v. Metten, 13. v. Kittlmühl.

Lettenkohlsandsteine  
42 v. Höchberg, 43 v. Weigolshausen.

Überkohlsandsteine  
44 v. Jungenwald, 45 v. Fallbrückenwald.

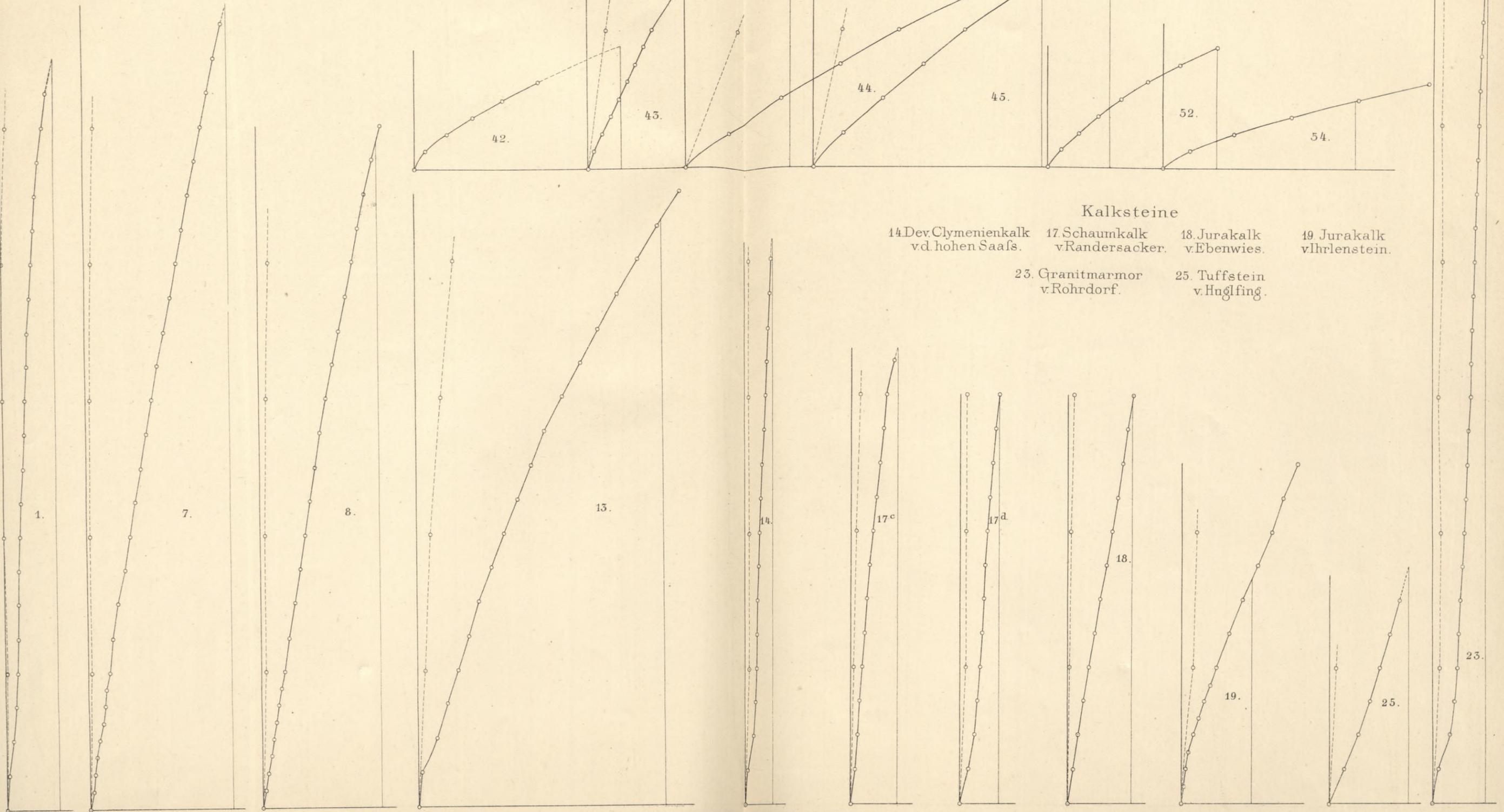
52. Schilfsandstein  
v. Lichtenau.

54. Burgsandstein  
v. Kadolzburg.

Kalksteine  
14. Dev. Clymenienkalk v. hohen Saafs. 17. Schaumkalk v. Randersacker. 18. Jurakalk v. Ebenwies. 19. Jurakalk v. Irlenstein.  
23. Granitmarmor v. Rohrdorf. 25. Tuffstein v. Huglfing.

Ordinaten:  $\frac{1}{5} \frac{10^6}{10^6}$  2<sup>cm</sup>, fBanne.

Abscissen: 1<sup>cm</sup>,  $\frac{1}{100}$  10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 5 10 1000







Spannungscurven für Biegung parallelepipedischer Stücke von 100<sup>cm</sup> Spannweite 21<sup>cm</sup> Breite & 27<sup>cm</sup> Höhe des Querschnittes.

Molassensandsteine.  
66. v. Kempten. 65. v. Steineberg.

64. Grünsandstein.  
v. Jhrlenstein.

Nagelfluh.  
70. v. Milbing. 69. v. Höllriegelsgreuth.

Buntsandsteine.  
36. v. Kronach 26. v. Landstuhl. 29. weiss v. Heigenbrücken. 30. roth v. Heigenbrücken. 31. v. Rodenbach. 32. v. Holzkirchen. 33. v. Göfßenheim 34. v. Adelsberg.

Grauwacke  
aus dem Nettehale bei Altana.

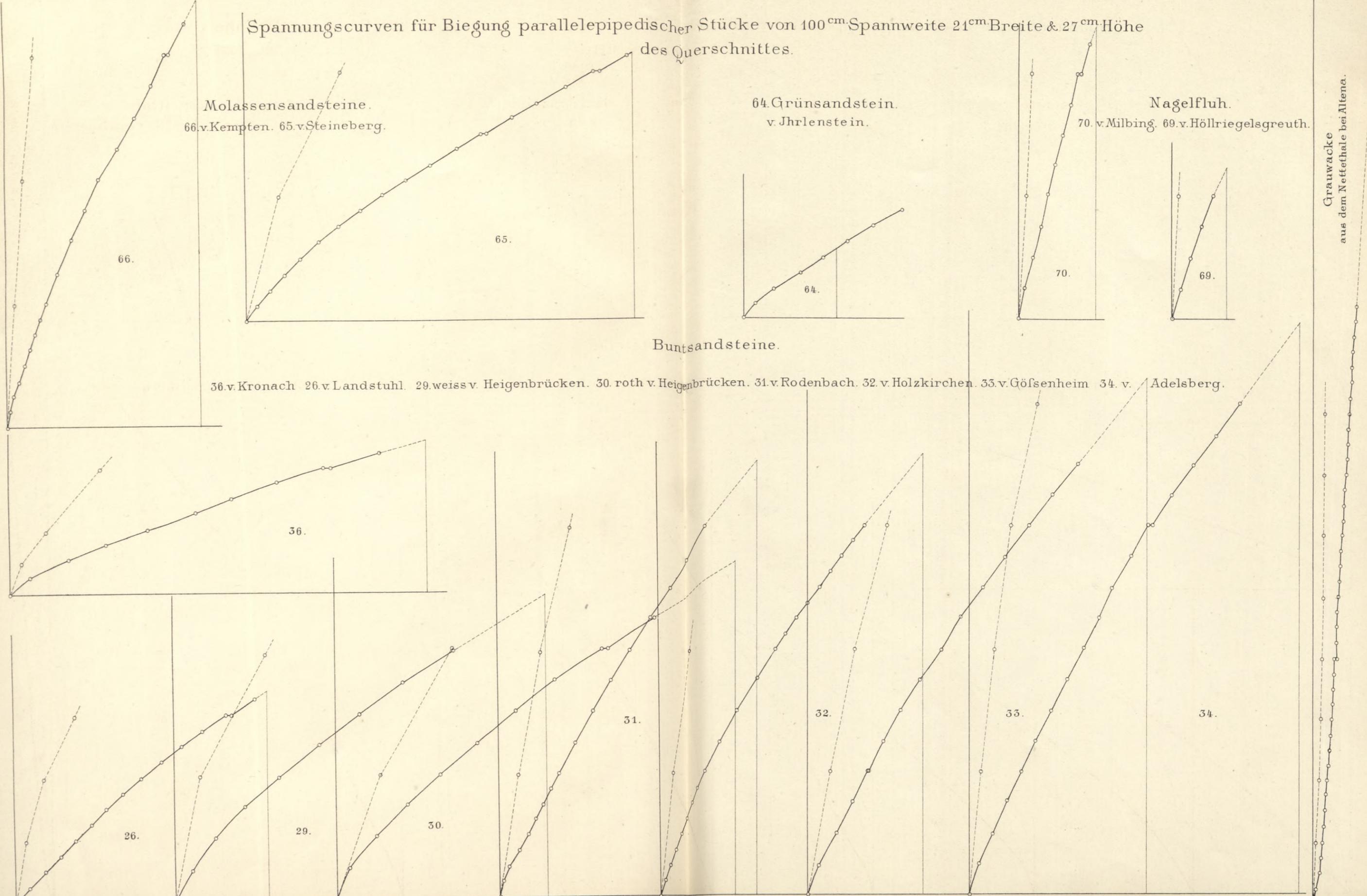
2<sup>cm</sup> 1 Tonne.  
30 ts.

0 1 2 3 4

0 1 2 3 4

Ordinaten: 5 ts.

Abscissen: 10 100 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 10 100 1<sup>cm</sup> 100.





# MITTHEILUNGEN

AUS DEM

## MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM

DER

**K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE**

IN

MÜNCHEN

VON

**J. BAUSCHINGER**

O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

ELFTES HEFT,

MITTHEILUNG XII ENTHALTEND:

VERSUCHE ÜBER DIE ABNÜTZBARKEIT UND DRUCKFESTIGKEIT VON PFLASTER- UND SCHOTTERMATERIALIEN

MIT 2 BLÄTTERN ABBILDUNGEN.

---

**MÜNCHEN**

THEODOR ACKERMANN

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER

1884



# MITTHEILUNGEN

AUS DEM

## MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM

DER

**K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE**

IN

**MÜNCHEN**

VON

**J. BAUSCHINGER**

O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

ELFTES HEFT,

MITTHEILUNG XII ENTHALTEND:

VERSUCHE ÜBER DIE ABNÜTZBARKEIT UND DRUCKFESTIGKEIT VON PFLASTER- UND SCHOTTERMATERIALIEN

MIT 2 BLÄTTERN ABBILDUNGEN.

---

**MÜNCHEN**

**THEODOR ACKERMANN**

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER

1884



## XII.

### Versuche über die Abnützbarkeit und Druckfestigkeit von Pflaster- und Schottermaterialien.

(Mit 2 Blättern Abbildungen.)

Die Materialien, welche zum Pflastern, Macadamisiren und Beschottern von Strassen, zum Belegen von Trottoiren, Höfen, Hausplätzen etc. benützt werden, erfordern alljährlich einen so bedeutenden Kostenaufwand von Seite der Staatsbehörden, Gemeinden und Privaten, dass die Qualitätsbestimmung derselben speziell für die genannten Zwecke von grosser praktischer Bedeutung ist. Als daher vor ohngefähr fünf Jahren die Anfragen an das Laboratorium, ob solche Qualitätsuntersuchungen vorgenommen werden könnten, immer häufiger wurden, entschloss ich mich gerne zur Aufsuchung einer geeigneten Methode und Herstellung eines passenden Apparates zur Vornahme derartiger Untersuchungen. Denn die Druckfestigkeit allein ist offenbar bei der Beurtheilung der in Rede stehenden Materialien nicht massgebend, wenn sie auch bei Pflastersteinen und Schotter auf solchen Strassen, die mit schweren Fuhrwerken befahren werden, von Wichtigkeit ist. Neben ihr, schon bei diesen Fällen, in weitaus vorwiegendem Masse aber bei Belagen von Trottoiren, Hausplätzen etc. kommt die Härte der angewandten Materialien in Betracht. Diese ist eine Eigenschaft der Körper, die bekanntlich bis jetzt noch nicht genügend, d. h. so definiert ist, dass sie ihrer Grösse nach gemessen und durch Zahlen ausgedrückt werden könnte. In der Mineralogie bedient man sich einer sogenannten Härtescala, d. h. einer Reihe von Körpern, mit denen der zu untersuchende geritzt wird, oder welche mit diesem geritzt werden; das betreffende Material wird dann zwischen diejenigen zwei Glieder der Scala eingereiht, von denen das eine es ritzt, während das andere von ihm geritzt wird. Aber diese Methode der Härtebestimmung ist für die hier vorliegenden Zwecke offenbar praktisch nicht durchführbar, auch abgesehen davon, dass sie keine Messung im eigentlichen Sinne ist. Denn sie ist vor Allem zu wenig empfindlich, die Zwischenräume zwischen den Gliedern jener Scala sind zu gross, und wollte man die Anzahl der Glieder vergrössern, so

würde das Verfahren zu umständlich; zudem ist es für körniges Gestein wegen der oft sehr ungleichen Härte der Körner und des Bindemittels überhaupt gar nicht zulässig. Aehnliches gilt für andere, in gewissen Fällen ganz wohl brauchbare Methoden der Härtebestimmung.

Bei näherer Ueberlegung zeigt es sich aber, dass es sich in unserem Falle nicht sowohl direkt um die Härte handelt, sondern um die Abnützung, welche die betreffenden Materialien erleiden, indem sie, unter grösserem oder kleinerem Druck, sich gegenseitig aneinander reiben (Schotter) oder indem sie der abschleifenden Wirkung anderer Körper unterliegen, wie der Hufe von Pferden und anderen Zugthieren, der Fusssohlen der darüber gehenden Menschen etc. Die Grösse dieser Abnützung unter bestimmten, immer wieder herstellbaren Umständen ist aber leicht dem Gewichte oder dem Volumen nach zu bestimmen und gibt das Mass für eine Eigenschaft, welche ich mit dem Namen „Abnützbarkeit“ des betreffenden Materials bezeichnen will. Diese Eigenschaft steht, wie sich später zeigen wird, keineswegs im direkten Zusammenhang mit der Härte, so dass z. B. letztere umgekehrt proportional zu jener gesetzt werden könnte. Messing z. B. hat eine geringere Abnützbarkeit als der härteste Granit oder Basalt, und die Abnützbarkeit von reinem Asphalt ist kaum grösser als die der besten Münchener Trottoirsteine von Klinker, ein Resultat, das mit den praktischen Erfahrungen, welche mit Asphalt-Trottoiren gemacht worden sind, recht gut übereinstimmt. Es ist aber auch leicht erklärlich, dass weichere und zähere Körper eine geringere Abnützbarkeit besitzen können, als harte und spröde und namentlich körnige Materialien. Denn bei der Abnützung eines Körpers durch Reiben an einem andern werden, namentlich wenn Sand oder Smirgel etc. zwischen den reibenden Flächen sich befindet, zunächst Vertiefungen in die Oberfläche eingeritzt; die zwischen denselben stehenden Erhöhungen springen bei harten und spröden Körpern leicht ab

und vergrössern die Menge des Abschliffes, während sie bei weicheren und zähen Materialien nur zusammen- und in die Vertiefungen hineingedrückt, aber nicht abgerissen werden.

Mit solchen Ueberlegungen beschäftigt, wurde ich mit dem Apparat zur Untersuchung von Pflasterungsmaterial bekannt, welcher auf der Weltausstellung zu Paris im Jahre 1878 im Pavillon der Stadt Paris ausgestellt und von der städtischen Verwaltung schon längere Zeit vorher zu obigem Zwecke benützt worden war\*). Derselbe besteht aus einem horizontal liegenden, um eine vertikale Axe drehbaren Mühlstein, auf welchen zwei Würfel aufgesetzt, in Rahmen seitlich festgehalten und durch Hebel und Gewichte angepresst werden. Von diesen Würfeln besteht der eine aus dem Normalstein, welcher als Vergleichungseinheit bei allen Prüfungen angewandt wird, der andere Würfel ist das zu untersuchende Material. Nach einer bestimmten Umdrehungszahl des Mühlsteins wird jeder Würfel abgewogen und aus dem Verhältniss der Abnutzungsvolumen der gewünschte Coefficient gebildet.

Dieser Apparat entsprach also ganz meinen Intentionen, nur gegen die Anwendung eines Mühlsteins trug ich einige Bedenken: Erstens ist es sehr schwer zwei oder mehr Mühlsteine von ganz gleicher Qualität zu erhalten, wie es nothwendig ist, wenn Versuche, an verschiedenen Orten angestellt, mit einander vergleichbar sein sollen; zweitens nützt sich auch der Mühlstein nach und nach ab und muss von Zeit zu Zeit neu geschärft werden, besitzt also in der Zwischenzeit eine ziemlich verschiedene Fähigkeit, den auf ihn liegenden Stein abzunützen. Diesem Umstande wird beim Gebrauch des Apparates allerdings dadurch zu begegnen gesucht, dass mit dem zu prüfenden stets auch der Normalstein wieder mit in den Apparat gebracht wird; aber abgesehen davon, dass hierdurch die Untersuchungen ziemlich umständlicher werden, ist es doch noch eine Frage, ob bei verschiedener Qualität oder Schärfe des Mühlsteins das Verhältniss der Abnutzungen des Normalsteins und der zu prüfenden Materialien das gleiche bleibt.

Aus diesen Gründen zog ich es vor, den Mühlstein durch eine Gusseisenscheibe zu ersetzen, auf welche Smirgel aufgestreut wird, der, zwischen der Oberfläche der rotirenden Scheibe und dem darauf liegenden Stein hindurchgehend, die Abnutzung des letzteren eigentlich bewirkt und welcher, wie bekannt, nicht schwer in immer gleicher Feinheit und Qualität bezogen werden kann. Auf diese Weise entstand die in den Figuren 1—3 auf Blatt I abgebildete Maschine, deren ich mich bei meinen Abnutzungsversuchen bediente.

Die horizontal liegende Gusseisenscheibe A von 1,5 m Durchmesser ist auf die verticale Axe B aufgekeilt, die sich in entsprechenden Lagern des Gestelles C dreht und

durch die conischen Räder D, E und die Riemenrollen G, G (Fest- und Leerrolle) von einer Transmission aus angetrieben wird, die, durch eine Gaskraftmaschine betrieben, ca. 100 Umdrehungen per Minute macht, sodass die Scheibe A etwa 20 mal in der Minute umläuft.

An dem Gestelle C sind zwei, sich gegenüberstehende, viereckige Rahmen H, H festgemacht, welche den Zweck haben, das in ihnen liegende Probestück zu verhindern, an der Bewegung der Scheibe Theil zu nehmen, indem ein Brettchen b mit geeignetem Ausschnitt zwischen das Probestück a und die vordere Wand des Rahmens so eingelegt wird, dass es die Scheibe nicht berührt. Die Rahmen sind in der Richtung des Radius verstellbar, um nach und nach verschiedene Stellen der Scheibe benützen zu können. Sie tragen an Hülsen, die an Verticalstäben c verstellbar werden können, die Drehpunkte der einarmigen Hebel J, J, welche zur Belastung des Probestückes dienen, indem sie mit einer Schneide auf den verticalen Stift eines eisernen, viereckigen Druckscheibchens d, d drücken, das durch 3 horizontale Aermchen, die an die Wände des Rahmens anstossen, in der Mitte des letzteren gehalten wird. Das Druckscheibchen liegt direct auf dem Probestück a. Der verschiedenen Höhe derselben kann durch Heben und Senken der Hülse, an der sich der Drehpunkt des Druckhebels befindet, Rechnung getragen und der letztere immer horizontal gestellt werden. Ein, an der Verlängerung der Axe B befindlicher Schlüssel bewegt einen Tourenzähler K, dessen Ziffern durch 2 geneigte Spiegel den an der Maschine beschäftigten Personen bequem sichtbar gemacht werden. \*)

Bevor die eigentlichen Arbeiten mit der beschriebenen Maschine beginnen konnten, mussten natürlich verschiedene Voruntersuchungen angestellt werden. Es handelte sich

\*) Seitdem die oben beschriebene Maschine aufgestellt und in Gebrauch genommen worden ist (Juli 1879), sind mir noch zwei andere Maschinen bekannt geworden, die gleichen oder ähnlichen Zwecken dienen sollen. Bei der einen wird in schief liegenden rotirenden Trommeln das zu prüfende Schottermaterial herumgeworfen und dadurch abgenützt; sie ist also nur für jenes Material anwendbar. Bei der anderen, vom Stadtbauinspector Siebeneichner construirten und bei der Berliner Stadtbauverwaltung in Gebrauch befindlichen wird die Härte der zu prüfenden Pflastersteine mittelst eines ziemlich flachen Kreuzbohrers geprüft, welcher, von ganz bestimmter und stets gleicher Form und Beschaffenheit, mit einem gewissen Gewicht belastet, aus stets gleicher Höhe senkrecht auf dieselbe Stelle des zu prüfenden Steins herabfällt und dadurch ein Loch von bestimmter Tiefe in denselben bohrt. Die Anzahl der bei verschiedenen Steinen hierzu erforderlichen Bohrstöße gibt direct die Verhältnisszahl für die Härte derselben (Dingler's Journal 1880, Bd. 235, S. 103). Nach den oben gegebenen Erörterungen brauche ich wohl nicht noch näher zu begründen, dass ich keine Ursache hatte, meinen Apparat diesen gegenüber zu verwerfen.

\*) S. Dingler's polytechnisches Journal 1878, Band 230, S. 101.

dabei um die zweckmässigste Feinheit des Smirgels, um die Art und Weise, wie derselbe auf die Scheibe zu bringen ist, um die Menge, in welcher das zu geschehen hat, ferner um den geeignetsten Druck, mit dem die Probestücke gegen die Scheibe angedrückt werden, und um den Einfluss der Grösse der Fläche mit welcher sie auf der Scheibe liegen, an welcher sie also abgenützt werden.

Was zunächst die Feinheit des Smirgels anbelangt, so fand sich, dass die Nummer 3 am zweckmässigsten ist; feinerer Smirgel brennt sich zu leicht an den Probestücken an und gröberer schleift leicht Rinnen und Riefen in Scheibe und Probestücke, in denen die, durch die Wirkung des Schleifens zerkleinerten Smirgelkörner durchlaufen, ohne zu weiterer Wirkung zu kommen. Alle die folgenden Versuche sind deshalb mit Naxos-Smirgel Nr. 3 angestellt, der von Kaufmann A. Ostermaier dahier bezogen wurde.

Verschiedene mechanische Vorrichtungen, die ich probirte, um den Smirgel continuirlich auf die Scheibe aufzustreuen und wieder abzustreifen, haben sich nicht als zweckentsprechend erwiesen; sie wirkten erstens zu unregelmässig und unsicher, und zweitens consumirten sie eine so bedeutende Menge Smirgel, dass die Versuche zu kostspielig geworden wären. Deshalb blieb ich bei der einfachsten Methode stehen, den Smirgel aus Hand aufstreuen und wieder abstreifen zu lassen, und zwar für eine kleinere Anzahl von Touren und in kleinen Mengen, da es sich sofort als unzweckmässig erwies, grössere Mengen auf einmal für eine grössere Zahl von Umdrehungen der Scheibe aufzugeben. Der Smirgel wird dabei in ein kleines, eine gewisse Gewichtsmenge desselben fassendes Gefässchen gefüllt und von einer der zwei an der Maschine beschäftigten Personen unmittelbar neben die Stellen aufgestreut, an welchen die andere den abgenutzten Smirgel abgestreift hat. Während der darauf folgenden bestimmten Anzahl von Touren beschäftigen sich beide Personen, auf entgegengesetzten Seiten der Scheibe stehend, damit, den aus der Bahn gedrängten Smirgel wieder in dieselbe einzustreichen. Das Abstreifen und Aufstreuen des Smirgels wird abwechselnd auf der einen und andern Seite vorgenommen, damit jeder der beiden, in den Rahmen liegenden und gleichzeitig der Prüfung unterworfenen Probekörper gleich oftmal den frischen Smirgel zuerst bekommt. Nachdem man diese Operation so oft wiederholt, dass eine gut messbare Abnützung der Probestücke erreicht worden ist, werden diese aus dem Rahmen genommen und gewogen. Ich bediene mich dabei einer ziemlich starken offen stehenden Wage, deren durchbrochener, 53 cm langer Wagbalken mittelst stählerner Schneiden auf Unterlagen von Stahl ruht, die gehoben und gesenkt werden können. Die Wage zieht bei leeren Wagschalen noch 0,01 gr, doch habe

ich das Gewicht der oft bis 2000 gr schweren Probekörper stets nur bis auf 0,1 gr und höchstens noch auf 0,05 gr genau bestimmt.

Um zunächst zu ermitteln, welchen Einfluss die Menge des jedesmal aufgestreuten Smirgels und die Zahl der Touren, während deren er wirkt, auf die Abnützung hat, wurde folgende Versuchsreihe angestellt. (Tabelle I). Probekörper hiebei waren zwei, mit 3<sup>a</sup> und 3<sup>b</sup> bezeichnete, von den vier gleichgrossen Stücken a—d, in welche ein 30 cm langes und 10 × 10 cm im Querschnitt haltendes Prisma aus dichtgeschlossenem blauen Nabburger Granit vom spezifischen Gewicht 2,65 (bezogen von der Nabburger Granitgesellschaft) durch Schnitte senkrecht auf seine Längsrichtung zer-

**Tabelle I.**

Touren- zähler- Stand	Probestück 3 <sup>a</sup> im linken Rahmen		Probestück 3 <sup>b</sup> im rechten Rahmen		Mittel- werthe
	Gewicht gr	Abnützg gr	Gewicht gr	Abnützg gr	
a) je 10 gr Smirgel für 10 Touren, 44,6% Druck					
356260	1636,0		1621,4		5,5 gr Abnützung für 200 Touren.
360	1633,2	2,8	1618,6	2,8	
460	1630,4	2,8	1615,0	3,6	
560	1628,0	2,4	1612,4	2,6	
660	1625,4	2,6	1609,9	2,5	
b) je 20 gr Smirgel für 10 Touren, 44,6% Druck					
356660	1625,4		1609,9		9,5 gr Abnützung für 200 Touren.
760	1621,0	4,4	1605,0	4,9	
860	1615,5	5,5	1599,9	5,1	
960	1610,9	4,6	1595,1	4,8	
357060	1606,9	4,0	1590,3	4,8	
c) je 30 gr Smirgel für 10 Touren, 44,6% Druck					
357060	1606,2		1589,7		12,9 gr Abnützung für 200 Touren.
160	1600,4	5,8	1582,8	6,9	
260	1594,7	5,7	1576,5	6,3	
370	1588,4	6,3	1568,7	7,8	
470	1582,1	6,3	1561,8	6,9	
570	1575,1	7,0	1555,0	6,8	
d) je 40 gr Smirgel für 10 Touren, 44,6% Druck					
357570	1575,1		1555,0		16,6 gr Abnützung für 200 Touren.
670	1567,7	7,4	1546,9	8,1	
770	1559,4	8,3	1538,4	8,5	
870	1551,7	7,7	1529,6	8,8	
970	1543,4	8,3	1520,4	9,2	
e) je 40 gr Smirgel für 20 Touren, 44,6% Druck					
357970	1542,7		1519,9		11,7 gr Abnützung für 200 Touren.
358070	1536,6	6,1	1513,8	6,1	
170	1530,7	5,9	1508,1	5,7	
270	1525,3	5,4	1501,8	6,3	
370	1519,7	5,6	1495,9	5,9	
f) je 40 gr Smirgel für 20 Touren, 33,6% Druck					
358370	1519,7		1495,9		10,8 gr Abnützung für 200 Touren.
470	1514,3	5,4	1490,2	5,7	
570	1509,8	4,5	1484,4	5,8	
670	1504,5	5,3	1478,9	5,5	
770	1499,2	5,3	1473,2	5,7	

legt worden war. (Fig. 4 auf Bl. II). Dieses Material habe ich bei allen meinen Versuchen als Normalkörper zur Controle des Smirgels etc. verwendet und zwar ausser jenen vier Stücken noch zweimal drei andere, a, b, c, welche aus Prismen von gleicher Grösse wie das obige auf gleiche Weise hergestellt wurden, nur dass das dritte Stück c jedesmal doppelt so hoch (oder lang) war, als jedes der beiden andern, also ca. 14cm bei  $10 \times 10$  cm Querschnitt. (Fig. 5 auf Blatt II) Diese Stücke sind mit 1<sup>a</sup>, 1<sup>b</sup>, 1<sup>c</sup> bzw. 2<sup>a</sup>, 2<sup>b</sup>, 2<sup>c</sup> bezeichnet.

Trägt man, wie in Fig. 1 Blatt II geschehen, die Resultate der Versuche a—d graphisch auf, indem man die pro 10 Touren zugegebenen Smirgelmengen als Abscissen und die Abnützung für 200 Touren als Ordinaten nimmt, so sieht man, dass letztere nahezu proportional mit der Smirgelmenge wachsen und sich recht gut der Formel

$$a = 2 + 0,36 s$$

fügen, wo a die Abnützung in *gr* und s die für 10 Umgänge aufgegebene Smirgelmenge, gleichfalls in *gr*, bedeutet.

Der Versuch e, mit b verglichen, zeigt, dass es nicht gleichgiltig ist, ob 40 *gr* Smirgel alle 20 Touren, oder 20 *gr* Smirgel alle 10 Touren aufgegeben werden; im erstern Fall ist die Abnützung etwas grösser. Der Versuch f endlich ergibt, dem Versuch e gegenüber, dass der Druck, mit dem das Probestück an die Scheibe angeedrückt wird, zwar von Einfluss ist, aber jedenfalls nur von untergeordnetem.

Um diesen Einfluss näher kennen zu lernen, wurde mit denselben beiden Probestücken wie vorhin die in Tab. II enthaltene Versuchsreihe angestellt.

In den Figuren 2 u. 3 auf Blatt II sind diese Resultate graphisch aufgetragen, und zwar die Abnützungen immer als Ordinaten, als Abscissen aber in Fig. 2 die für je 10 Touren aufgegebene Smirgelmenge, und in Fig. 3 der Druck des Probestückes gegen die Scheibe. Aus diesen Figuren folgt:

a) Bei einem Druck von ca. 30 *kg* ist die Abnützung nahezu proportional der für je 10 Touren aufgegebenen Smirgelmenge, sie befolgt bei 33,6 *kg* Druck das Gesetz

$$a = 1 + 0,36 s,$$

in genügender Uebereinstimmung mit dem oben schon erhaltenen Resultat.

Bei grösseren Drucken nimmt die Abnützung rascher, bei kleineren weniger rasch zu als jenem Gesetz der Proportionalität entspricht.

b) Bei einer Smirgelzugabe von ca. 20 *gr* für je 10 Umgänge der Scheibe ist die Abnützung fast unabhängig vom Drucke, bei geringerer, besonders aber bei grösserer Smirgelzugabe wächst die Abnützung mit wachsendem Drucke.

Tabelle II.

Touren- zähler- Stand	Druck <i>kg</i>	Probestück 3 <sup>a</sup> in Rahm. links		Probestück 3 <sup>b</sup> in Rahm. rechts		Mittlere Abnützung für 200 Touren <i>gr</i>
		Ge- wicht <i>gr</i>	Ab- nützg <i>gr</i>	Ge- wicht <i>gr</i>	Ab- nützg <i>gr</i>	

a) 10 *gr* Smirgel für je 10 Touren

359000		1492,2		1466,7		
200	22,6	1487,8	4,4	1462,6	4,1	4,25
400	33,6	1483,6	4,2	1458,1	4,5	4,35
600	44,6	1478,6	5,0	1452,4	5,7	5,35
800	55,6	1473,1	5,5	1446,8	5,6	5,55
360000	66,6	1466,5	6,6	1440,2	6,6	6,6

b) 20 *gr* Smirgel für je 10 Touren

360000		1465,2		1438,8		
200	66,6	1456,6	8,6	1429,5	9,3	8,95
400	55,6	1448,3	8,3	1421,5	8,0	8,15
600	44,6	1440,5	7,8	1413,5	8,0	7,9
800	33,6	1431,8	8,7	1405,3	8,2	8,45
361000	22,6	1424,6	7,2	1397,7	7,6	7,4

c) 30 *gr* Smirgel für je 10 Touren

361000		1424,3		1397,3		
200	22,6	1414,3	10,0	1388,2	9,1	9,55
400	33,6	1401,8	12,5	1376,9	11,3	11,9
600	44,6	1388,2	13,6	1363,4	13,5	13,55
800	55,6	1372,1	16,1	1350,0	13,4	14,75
800	—	1370,8	—	1348,0	—	—
362000	66,6	1354,4	16,4	1333,4	14,6	15,5

d) 40 *gr* Smirgel für je 10 Touren

362000		1354,4		1333,4		
200	66,6	1334,1	20,3	1314,5	18,9	19,6
400	55,6	1314,5	19,6	1296,1	18,4	19,0
600	44,6	1296,5	18,0	1279,5	16,6	17,3
800	33,6	1281,4	15,1	1264,4	15,1	15,1
363000	22,6	1270,2	11,2	1253,2	11,2	11,2

Deshalb wurden bei allen folgenden Versuchen die Probestücke stets mit einem Drucke von 30—40 *kg* (meist 30 *kg*) an die Scheibe gepresst und für je 10 Touren immer 20 *gr* Smirgel aufgestreut und wieder abgestreift.

Es blieb nun noch übrig, den Einfluss der Grösse der Reibungsfläche, mit welcher das Probestück auf der Scheibe liegt, auf die Abnützung zu untersuchen. Zu diesem Behufe liess ich zwei ganz gleichgrosse, aus dem gleichen Guss gefertigte und dann abgehobelte Messingplatten Nr. 69 und 70 (spezifisches Gewicht 8,22 im Mittel) von der Gestalt und Grösse, wie in Fig. 6 Blatt II dargestellt, so zerschneiden, wie es jene Figur zeigt. Dadurch erhielt ich Probestücke von quadratischer und rechteckiger Gestalt von 25, 50 und 100 *qem* Grund- oder Schleiffläche. Je ein Paar gleichgrosser von diesen Probestücken wurde zugleich in die Rahmen der Maschine gesetzt und sämtliche 4 Paare unter demselben Druck von 34—35 *kg* und unter der Smirgelaufgabe von 20 *gr* für je 10 Touren geprüft. Die Resultate sind in Tab. III enthalten.

Tabelle III.

Tourenzähler- Stand	Im linken Rahmen			Im rechten Rahmen			Mittl. Abnützg pro 200 Touren
	Probestück und Reibungs- fläche	Gewicht <i>gr</i>	Abnützung <i>gr</i>	Probestück und Reibungs- fläche	Gewicht <i>gr</i>	Abnützung <i>gr</i>	
363700	69 <sup>d</sup>	510,3		70 <sup>d</sup>	525,1		
364200	5×5cm	492,9	17,4	5×5cm	511,9	13,2	6,1
364200	69 <sup>a</sup>	1958,7		70 <sup>a</sup>	1939,4		
364700	10×10cm	1946,0	12,7	10×10cm	1926,4	13,0	5,1
364700	69 <sup>b</sup>	989,6		70 <sup>b</sup>	1017,5		
365200	5×10cm quer	975,1	14,5	5×10cm quer	1002,3	15,2	5,9
365200	69 <sup>c</sup>	991,7		70 <sup>c</sup>	1005,4		
365700	10×5cm längs	978,3	13,4	10×5cm längs	997,7	13,7	5,4

Eine Anzahl hieher gehöriger Versuche wurde im Laufe der Zeit mit den Normalsteinen 1, 2 und 3 (blauer

Granit von Nabburg) angestellt, deren Resultate in folgender Tabelle IV zusammengestellt sind.

Aus Tabelle III scheint eine kleine Zunahme der Abnützung bei abnehmender, aus Tabelle IV ebenfalls eine kleine Zunahme der Abnützung mit zunehmender Reibungsfläche zu folgen. Im Ganzen ist man also zu dem Schlusse, dass unter sonst gleichen Umständen die Abnützung von der Grösse der Reibungsfläche unabhängig ist,

um so mehr berechtigt, als dieses Resultat mit den bereits gefundenen über die Einflüsse des Druckes und der aufgegebenen Smirgelmenge im vollständigen Einklang ist. Denn in der That, wenn die Reibungsfläche unter Belassung aller übrigen Umstände verdoppelt wird, so trifft auf jede Hälfte derselben nur noch der halbe Druck und nur die halbe Smirgelmenge. Da nun die Abnützung von ersterem unabhängig, der letzteren aber proportional ist, so wird jede der Hälften um die Hälfte, die ganze Fläche also wiederum ebensoviel abgenützt als vorher.

Tabelle IV.

Touren- zähler- Stand	Im linken Rahmen			Im rechten Rahmen			Mittlere Abnützung für 200 Touren <i>gr</i>	Mittlere Werthe	Bemerkungen
	Probestück und Reibungs- fläche	Gewicht <i>gr</i>	Abnützg <i>gr</i>	Probestück und Reibungs- fläche	Gewicht <i>gr</i>	Abnützg <i>gr</i>			
500	1 <sup>a</sup>	1645,9		1 <sup>b</sup>	1630,9		9,4	9,55 <i>gr</i> Abnützung für 200 Touren und 63 <i>qcm</i> Reibungs- fläche	
700	9,5 × 6,5cm	1635,9	10,0	9,5 × 6,5cm	1620,4	10,5			
900		1626,6	9,3		1611,8	8,6			
1100		1618,0	8,6		1602,1	9,7			28,8 : 3 = 9,6
700	2 <sup>a</sup>	1692,3		2 <sup>b</sup>	1696,6		9,7		
900	9,8 × 6,5cm	1681,7	10,6	9,8 × 6,5cm	1685,0	11,6			
1100		1673,2	8,5		1675,4	9,6			
1300		1663,4	9,8		1667,4	8,0			29,2 : 3 = 9,7
900	1 <sup>a</sup>	1676,7		1 <sup>b</sup>	1660,7		10,1		
1100	9,5 × 9,6cm	1665,6	11,1	9,5 × 9,6cm	1651,1	9,6			
1300		1655,5	10,1		1640,3	10,8			
1500		1645,9	9,6		1630,9	9,4			29,8 : 3 = 9,9
100	2 <sup>a</sup>	1723,3		2 <sup>b</sup>	1733,0		11,2	10,0 <i>gr</i> Abnützung für 200 Touren und 95 <i>qcm</i> Reibungs- fläche	
300	9,5 × 9,8cm	1712,3	11,0	9,5 × 9,8cm	1719,5	13,5			
500		1701,7	10,6		1707,2	12,3			
700		1692,3	9,4		1696,6	10,6			36,4 : 3 = 12,1
700	3 <sup>a</sup>	1256,9		3 <sup>b</sup>	1250,5		9,4		
900	10 × 10cm	1249,2	7,7	10 × 10cm	1241,2	9,3			
1100		1238,8	10,4		1231,0	10,2			
1300		1229,8	9,0		1221,2	9,8			29,3 : 3 = 9,8
300	3 <sup>a</sup>	1223,7		3 <sup>b</sup>	1215,3		9,2		
500	10 × 10cm	1214,2	9,5	10 × 10cm	1206,9	8,2			
700		1204,2	10,0		1198,6	8,3			
900		1194,6	9,6		1189,4	6,2			25,9 : 3 = 8,6
300	1 <sup>c</sup>	3535,2		2 <sup>c</sup>	3527,5		10,7	10,7 <i>gr</i> Ab- nützung für 200 Touren und 136 <i>qcm</i> Reibfläche	
500	14,3 × 9,5cm	3523,2	19,0	14,3 × 9,5cm	3516,7	10,8			
700		3513,0	10,2		3505,5	11,2			
900		3502,6	10,4		3495,7	9,8			31,8 : 3 = 10,6
			32,6 : 3 = 10,9						

Der Umstand, dass die Abnützung von der Grösse der Reibungsfläche unabhängig ist, erscheint von grosser Wichtigkeit für die praktische Durchführung der Versuche. Es wäre bei harten Körpern und bei Trottoir- und Bodenbelegsteinen mit gerippter Oberfläche sehr unbequem und manchmal wohl fast gar nicht ausführbar gewesen, wenn die Reibungsflächen sämtlicher Probestücke gleichgros hätten gemacht werden müssen. Auch beeinträchtigen in Folge jenes Umstandes kleinere Unebenheiten an der Reibungsfläche die Resultate der Abnützungsversuche nicht, wenn nur kein Theil des Smirgels unbenützt zwischen jener und der Oberfläche der Scheibe hindurchgeht; dadurch wird die Herstellung der Probekörper für die Abnützungsversuche wesentlich erleichtert.

Nach dem aus Tabelle IV ersichtlichen Schema wurden alle Abnützungsversuche, die bisher im mechanisch-technischen Laboratorium angestellt worden und deren Resultate in der am Schlusse angehängten grossen Tabelle V enthalten sind, ausgeführt. Wir begnügen uns in dieser Tabelle sowie in den nachfolgenden Erörterungen immer nur den Mittelwerth aus drei Bestimmungen der Abnützung anzugeben, welche als Gewichtsverluste, hervorgebracht durch je 200 Umdrehungen der Scheibe, sich ergaben, wobei für je 10 Umdrehungen 20 *gr* Smirgel aufgestreut und wieder abgestrichen wurden.

Wenn auch, wie oben gesagt, erwartet werden darf, dass der zu den Versuchen zu benützte Smirgel (Naxos-Smirgel Nr. 3) stets von nahezu gleicher Qualität (Schärfe etc.) erhalten werden kann, so ist es doch gerathen, dieselbe von Zeit zu Zeit zu controliren, indem man ein und dasselbe Stück Stein oder anderes Material wiederholt abschleift. Ich benütze dazu, wie schon bemerkt (S. 3), den mit Normalstein und den Nummern 1, 2 und 3 bezeichneten blauen Nabburger Granit, mit dem die in Tabelle IV enthaltenen Versuche angestellt worden sind und zwar gleich am Beginn der Arbeiten mit dem Apparat, im Juli und August 1879. Später wurden unter den gleichen Umständen folgende Resultate für je 200 Touren etc. erhalten:

Am 2. März 1880 m. d.	Probestück 1 <sup>a</sup>	eine Abnützg. v.	8,5 <i>gr</i> ,
„ 11. Aug. „ „	1 <sup>a</sup> „ „	„ „	„ 8,7 „
„ 22. Juli 1881 „ „	1 <sup>b</sup> „ „	„ „	„ 9,9 „
„ 16. Febr. 1884 „ „	1 <sup>a</sup> „ „	„ „	„ 9,4 „
„ „ „ „ „ „	1 <sup>b</sup> „ „	„ „	„ 7,9 „
„ „ „ „ „ „	2 <sup>a</sup> „ „	„ „	„ 9,1 „
„ „ „ „ „ „	2 <sup>b</sup> „ „	„ „	„ 11,6 „

Im October 1882 änderte Herr Kaufmann Ostermaier die Bezugsquelle seines Naxossmirgels und sind

sämtliche seit Beginn des Jahres 1883 von mir angestellte Versuche mit diesem neuen Smirgel durchgeführt, also auch die vier zuletzt aufgeführten. Das Mittel aus diesem ist 9,5 *gr*, während die 17 vorhergehenden Versuche (14 in Tabelle IV und 3 vorhin aufgeführt) den Mittelwerth 9,8 *gr* ergeben. Man darf also annehmen, dass selbst trotz des erwähnten Umstandes die Qualität des Smirgels gleichgeblieben ist und zwar derart, dass er an dem Normalstein eine Abnützung von 9,7 *gr* per 200 Touren hervorbringt.

Dabei befanden sich, wie bei allen bisher angeführten Versuchen, die Probestücke in einer mittleren Entfernung von 49 *cm* vom Mittelpunkt der Gusseisenscheibe oder sie schliessen auf einem Kreisring von 49 *cm* mittlerem Radius. Dadurch wird aber natürlich nicht blos das Probestück, sondern auch die Scheibe abgenützt, letztere wird „hohl“. Wenn dann ein neues Probestück, vielleicht mit grösserer Schleiffläche als eine Anzahl vorhergehender, aufgelegt wird, so kann in der Mitte Smirgel unbenützt durchgehen und die Abnützung wird kleiner. Glücklicherweise ist die Abnützung der Scheibe sehr gering; ich habe jenen Schleifkreis mit 49 *cm* mittlerem Radius vom Juli 1879 bis Ende des Jahres 1881 gebrauchen können, für nahezu 200 000 Touren, bis ich es nöthig fand, eine andere Stelle der Scheibe in Angriff zu nehmen. Seit Beginn des Jahres 1882 benütze ich bei allen Abnützungsversuchen, mit Ausnahme der oben angeführten Controlversuche vom 16. Februar 1884, eine mittlere Entfernung von 63 *cm* des Probestücks vom Scheibenmittel.

Mit dieser Aenderung des Radius des Schleifkreises ändert sich aber natürlich die Abnützung eines Probestückes bei sonst gleichen Umständen. Denn proportional mit dem Radius wächst, bei gleicher Tourenzahl, der Weg, auf dem die Abnützung vor sich geht. Dass dieselbe deswegen nicht gerade proportional mit dem Radius wachsen muss, geht daraus hervor, dass bei gleicher Menge aufgestreuten Smirgels dieser auf einem grösseren Weg be- und also selbst mehr abgenützt, verfeinert wird. Andererseits kann aber die mit dem Radius des Schleifkreises wachsende Geschwindigkeit einigen Einfluss haben. Denn wenn die Abnützung nicht blos in einem Ausgraben von Riefen durch die Smirgelkörner besteht, sondern auch durch das Abspringen der dazwischen stehenden bleibenden Erhöhungen gefördert wird, so wird offenbar letzteres durch eine grössere Geschwindigkeit begünstigt. Jedenfalls geht aus diesen Betrachtungen hervor, dass bei Benützung einer neuen Schleifstelle Controlversuche mit den Normalprobestücken angestellt werden müssen, um die neuen Versuche mit den älteren vergleichbar zu machen.

Mit den Normalsteinen 1<sup>a</sup> und 1<sup>b</sup>, dann 2<sup>a</sup> und 2<sup>b</sup> erhielt ich für den neuen Radius des Schleifkreises von 63 *cm* für je 200 Touren und 20 *gr* Smirgelaufgabe alle 10 Touren folgende Resultate:

Am 7. Febr. 1882	m. d. Probestück 1 <sup>a</sup>	eine Abnützg. v.	11,2 <i>gr</i> ,
„ „ „ „ „	„	1 <sup>b</sup> „	„ „ 11,5 „
„ 9. Oct. 1882	„	1 <sup>b</sup> „	„ „ 12,9 „
„ 30. Jan. 1884	„	1 <sup>a</sup> „	„ „ 13,8 „
„ „ „ „ „	„	1 <sup>b</sup> „	„ „ 13,6 „
„ 12. Febr. 1884	„	1 <sup>a</sup> „	„ „ 11,6 „
„ „ „ „ „	„	1 <sup>b</sup> „	„ „ 13,7 „
„ „ „ „ „	„	2 <sup>a</sup> „	„ „ 12,2 „
„ „ „ „ „	„	2 <sup>b</sup> „	„ „ 13,9 „
„ 16. Febr. 1884	„	1 <sup>a</sup> „	„ „ 13,6 „
„ „ „ „ „	„	1 <sup>b</sup> „	„ „ 13,9 „
„ „ „ „ „	„	2 <sup>a</sup> „	„ „ 14,8 „
„ „ „ „ „	„	2 <sup>b</sup> „	„ „ 15,2 „

Im Mittel aus 13 Versuchen also eine Abnützung von 13,2 *gr*, während vorhin beim Radius des Schleifkreises von 49 *cm* ein Mittelwerth von 9,7 *gr* erhalten wurde. Beide Zahlen verhalten sich wie 1:1,36, während sich die Radien, also auch die Wege wie 7:9 oder wie 1:1,29 verhalten. Die Geschwindigkeit hat also in der That einen Einfluss und zwar einen vergrößernden Einfluss auf die Abnützung.

Obigen Resultaten zufolge müssen die Ergebnisse aller, seit dem Anfang des Jahres 1882 mit einem Radius des Schleifkreises von 63 *cm* angestellten Versuche mit 1,36 dividirt werden, um mit den früheren vergleichbar zu sein\*). In Tabelle V sind sogleich die so reducirten Zahlen eingetragen, in Columne 7 aber der Radius des Schleifkreises angegeben. Da, wo derselbe 63 *cm* ist, darf die in Col. 9 gegebene Abnützung nur mit 1,36 multiplicirt werden, um die unmittelbar beobachtete zu erhalten.

Bisher wurde unter Abnützung und Abnützbarkeit immer der Gewichtsverlust verstanden, den die Probestücke unter den angegebenen Umständen erlitten. Characteristisch für das betreffende Material und für die Praxis auch wichtiger ist die Abnützung nach dem Volumen.

\*) Bei den in den Jahren 1882 und 1883 an die betreffenden Einsender von Probestücken hinaus gegebenen Resultaten habe ich die Reduktion mit der Verhältnisszahl 1,29, den Radien 49 und 63 *cm* entsprechend, vorgenommen, veranlasst durch die drei oben zuerst angeführten kleineren Zahlen. Die reducirten Resultate sind daher noch um 5% zu verkleinern. Doch hat diese Correction bei Versuchen wie die vorliegenden, wo die Ungleichmässigkeiten im Material und die unvermeidlichen Versuchsfehler so viel Einfluss haben, keine Bedeutung, um so weniger, wenn es sich bei einer und derselben grösseren Versuchsreihe um die Vergleichung einer Anzahl von Materialien unter sich handelt.

Man erhält dieselbe aus jener durch Division mit dem specifischen Gewicht. Desshalb war es wünschenswerth, dieses letztere ebenfalls zu ermitteln. Für solche Stücke, die eine genügend regelmässige Gestalt besaßen, geschah das durch Ausmessen dieser Stücke; gewogen mussten sie ja ohnedies werden. Für Probekörper von unregelmässigerer Gestalt wurden kleinere, davon abgeschlagene oder beim Zerdrücken derselben erhaltene Stücke genommen und deren specifisches Gewicht mittelst des Paalzo'schen Volumometers bestimmt, das im XIII. Bd. von Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie S. 332 u. ff. beschrieben und abgebildet ist. Die Resultate dieser Bestimmungen sind in die 5. Columne der Tabelle V eingetragen und daneben bemerkt, ob sie nach der ersten oder zweiten der oben genannten Methoden erhalten wurden. Die zweite gab für gleiche Materialien in der Regel etwas grössere Werthe, als die erste, was sich aus der Porosität der meisten hier verwendeten Probestücke leicht erklären lässt. Doch war der Unterschied nur gering, nicht grösser als die durch Beobachtungsfehler und Ungleichmässigkeiten des Materials veranlassten.

Die durch Division mit dem specifischen Gewicht aus der Abnützbarkeit dem Gewichte nach erhaltene Abnützung nach Volumen findet sich in der 10. Columne der Tabelle V eingetragen.

Es war nicht nothwendig, die Bestimmung des specifischen Gewichts bei allen Probestücken vorzunehmen; es genügt eine Anzahl Bestimmungen für eine und dieselbe Materialgattung. Wo in Tabelle V die Reduction der Abnützbarkeit auf das Volumen vorgenommen ist, ohne dass für das specielle Probestück das specifische Gewicht bestimmt wurde, da geschah das mit einem mittleren Werthe desselben, der aus der Vergleichung der beiden Abnützbarkeitszahlen leicht ersichtlich ist.

Wie schon S. 1 bemerkt, kommt bei den Schotter- und Strassenpflaster-Materialien ausser der Abnützbarkeit auch die Druckfestigkeit in Betracht. Diese wurde daher, wo irgend möglich, für die ebengenannten Materialien ebenfalls bestimmt und zwar in der Regel an denselben würfelförmigen Probestücken, mit denen die Abnützungsversuche vorgenommen worden waren. Die Probestücke lagen dabei immer mit abgehobelten Stirnflächen direct an den gleichfalls abgehobelten gusseisernen Druckplatten, von denen die eine mit genügender Leichtigkeit im Kugelenk beweglich war. Die Resultate dieser Versuche sind in Columne 11 der Tabelle V enthalten.

Für die unter den Nummern 340—363 (im Verzeichniss des Laboratoriums) in Tabelle V (1. Columne) angeführten Materialien wurden im Auftrage derselben Behörde, welche die Abnützungsversuche hier machen liess, nämlich der

k. preuss. Landesdirection der Provinz Hannover, die Bestimmungen der Druckfestigkeit, des specifischen Gewichts und anderer Eigenschaften in der k. preuss. Prüfungsstation für Baumaterialien an Probestücken von den gleichen Fundorten angestellt. Die Resultate dieser Bestimmungen sind im 4. Hefte der „Mittheilungen aus den k. technischen Versuchsanstalten in Berlin“ Jahrgang 1883 auf S. 136—145 veröffentlicht worden. Die dortselbst für das specifische Gewicht und die Druckfestigkeit gegebenen Zahlen habe ich in die Columnen 5 und 11 meiner Tabelle V herübergenommen; sie wurden aber durch kleineren Druck von den von mir selbst gefundenen übrigen Zahlen unterschieden. Die Methode, nach welcher das specifische Gewicht bestimmt worden ist, findet sich in der obigen Quelle nicht angegeben. Was die Zahlen für die Druckfestigkeiten anbelangt, so ist mir auch bei ihnen wieder, wie schon bei ähnlichen früheren Veröffentlichungen der Berliner Prüfungsstation für Baumaterialien, so namentlich in der Schrift „die Festigkeit der Baumaterialien“ von Dr. Böhme, Berlin 1876, aufgefallen, dass Herr Dr. Böhme für gleiche oder ganz ähnliche Materialien meist geringere, oft viel geringere Werthe für jene Eigenschaft erhält, als ich. Neuerdings ist diese Verschiedenheit auch von der grossherzogl. badischen Oberdirection des Strassen- und Wasserbaues bemerkt worden, welche die im hiesigen Laboratorium seinerzeit auf Druckfestigkeit (und Abnutzbarkeit) geprüften Kalksteinmaterialien (s. Nr. 199, 209—220, 230, 235, 237, 240, 243, 247—253, 256—260, 262—274, 287—289, 294, 302, 315, 318, 319 in Tabelle V) in der k. Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin auch auf ihre weiteren Eigenschaften: Wasseraufnahme, Wetterbeständigkeit, Härtegrad etc. untersuchen und dabei die Druckfestigkeitsversuche im trockenen Zustande der Steine wiederholen, im wassersatten Zustande der Steine neu vornehmen liess. Eine vergleichende Zusammenstellung der Resultate über Druckfestigkeit derselben Kalksteinmaterialien in trockenem Zustande, welche in beiden Anstalten erhalten wurden, ergab, dass die Druckfestigkeit nach den hiesigen Proben im Mittel um 60% höher steht, als nach den Versuchen in Berlin.

Zur Aufklärung dieser Differenz hat dieselbe Behörde auch die im hiesigen Laboratorium seinerzeit ausgeführten Druckproben der Porphyre von Dossenheim und von Vormberg (Nr. 164 und 169 in Tabelle V) in Berlin wiederholen lassen. Dabei ergaben sich für das letztere Material mit den früheren Versuchen vollständig übereinstimmende Resultate. Bei den Proben des Dossenheimer Materials erschien zwar eine gegen früher grössere Festigkeitszahl, was aber darin begründet sein mag, dass bei dem umfangreichen Betrieb dieses Bruches jetzt bessere Bänke abgebaut werden.

Dass aber auch bei Porphyr, Granit, Basalt etc. in der Berliner Prüfungsanstalt vielfach kleinere Werthe der Druckfestigkeit erhalten worden sind, als im hiesigen Laboratorium, glaube ich nicht bloss aus den älteren in der oben citirten Schrift enthaltenen Resultaten, sondern auch aus den gleichfalls oben schon erwähnten neuesten Versuchen schliessen zu müssen, die für die k. preuss. Landesdirection der Provinz Hannover an Materialien erhalten worden sind, die hier auf Abnutzung geprüft wurden, die ich also nach dieser Seite hin und dem Ansehen nach kenne.

Die Ursachen dieser Differenzen sind für die in der Schrift: „die Festigkeit der Baumaterialien“ erhaltenen Werthe leicht zu erkennen. Bei diesen Versuchen sind die Probestücke vielfach nur im behauenen Zustande verwendet worden, im besten Falle wurden zwei gegenüberliegende Flächen auf guten Planscheiben geschliffen (S. 21 und 22 und die Rubrik „Bemerkungen“ auf S. 33—38). Diese Probestücke wurden (S. 10) zwischen zwei starke gusseiserne Druckplatten gepackt und als Medium kräftige Pappenzwischenlagen benützt. Jene Druckplatten standen sich, wie ich aus mündlichen Mittheilungen des verstorbenen Vorstandes der mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Berlin, Prof. Spangenberg, weiss und wie ich mich im Jahre 1880 bei Besichtigung der von Herrn Dr. Böhme gebrauchten Prüfungsmaschine selbst überzeugte, vollständig steif, unbeweglich, gegenüber. — Genau ebene und parallele Flächen können, wenn nicht die allerfeinsten Hilfsmittel der Mechanik angewendet werden, nicht durch Abschleifen auf guten Planscheiben, sondern nur durch Abhobeln erhalten werden, wie ich es seit Beginn meiner Versuche für Bruchsteine anwende. Jede Abweichung von jenen Eigenschaften verringert die Druckfestigkeit; Zwischenlagen aus Pappe und dergleichen verhindern das nicht, im Gegentheil tragen sie, wenn nicht schon vollständig ebene und parallele Flächen vorhanden sind, zur weiteren Verringerung der Festigkeit bei, und wenn endlich noch steife Druckplatten hinzukommen, so kann unter Umständen der Druck auf das Probestück ganz einseitig und dessen Festigkeit sehr bedeutend herabgemindert werden. Je grösser der Elasticitätsmodul des betreffenden Materials ist, desto schwerer wird es sich bei wachsender Belastung den Ungleichmässigkeiten der Druckvertheilung fügen, desto mehr also seine Druckfestigkeit herabsinken. Am empfindlichsten in dieser Beziehung sind daher die Kalksteine, überhaupt alle derben (nicht körnigen) Gesteine, die durchschnittlich einen grösseren Elasticitätsmodul als letztere, als Granit, Porphyr, und namentlich Sandstein haben.

Bezüglich der neuen, in der Berliner Prüfungsstation für Baumaterialien angestellten Druckversuche, wird auf S. 120 der Mittheilungen aus den k. technischen Versuchs-

anstalten in Berlin“ Jahrgang 1883 gesagt, dass sie an bearbeiteten und gehobelten Würfeln unter Anwendung einer Kugellagerung erfolgten. Wenn sich diese Bemerkung auch auf die für das k. preuss. Landesdirektorium der Provinz Hannover und für die grossherzogl. badische Oberdirection des Strassen- und Wasserbaues angestellten Versuche bezieht, so fallen damit obige Gründe für die in Rede stehenden Differenzen hinweg. Andere sind freilich schwer aufzufinden. Sie könnten nur noch in der Wirkungsweise der angewendeten Druckkräfte und in der Methode, sie zu messen, gesucht werden. Was erstere anbelangt, so wird hier wie in Berlin eine hydraulische Presse verwendet, bei der an eine stossweise Wirkung und dadurch hervorgebrachte Verminderung der Festigkeit kaum zu denken ist. Bei der hiesigen Maschine wenigstens habe ich mich bei den mit meinem Spiegelapparat angestellten Messungen über die Zusammendrückung von prismatischen Probestücken aus allen möglichen Steinarten überzeugt, dass sich bei jedem neuen Pumpenhub der Druck ganz weich und sanft auf den Stein überträgt, dass die Scalen im Gesichtsfeld der Fernrohre ruhig und stetig fortschreiten.

Bei den älteren Berliner Versuchen wurde (S. 10 der „Festigkeit der Baumaterialien“) die Höhe des Druckes durch ein Federmanometer angegeben und dieser Druck wird, auf die Flächeneinheit reducirt, als Resultat der Prüfung für die beiden Grenzen „erster Riss“ und „vollständige Zerstörung“ angegeben. — Ob hiebei dem Umstande Rechnung getragen wurde, dass sich der Druck im Wasser nur unter Abzug der Kolbenreibung auf das Probestück überträgt und dass daher jene Reibung gemessen, und zwar wegen des veränderlichen Zustandes der Liderung und der Maschine überhaupt, öfter gemessen bezw. controlirt werden muss, ob ferner das Federmanometer selber controlirt wurde und wie das geschah, ist nicht gesagt. Ich finde auch nirgends eine Angabe darüber, ob die neuen Versuche mit derselben Maschine und unter Gebrauch derselben Messungsweise der ausgeübten Kraft angestellt worden sind oder nicht. Uebrigens würden die erwähnten Umstände, Ausserachtlassung der Kolbenreibung und Nichtcontrolle des Manometers, dessen Feder mit der Zeit jedenfalls lahm werden muss, eine Erhöhung der Berliner Resultate gegenüber den meinigen bewirken, während das Umgekehrte statthat.

Die Wiegevorrichtung der hiesigen Maschine, der Werder'schen, ist bekannt, ebenso deren Controlwage. Ich habe mich übrigens nicht mit Anwendung der letzteren begnügt, bei der man nicht wohl über eine Tonne Belastung hinausgehen kann, während bei den in Rede stehenden Druckversuchen manchmal mit 90 bis 100 Tonnen belastet werden muss, sondern auch noch folgende Controlle benützt. Ein 135 cm langer, 5 cm dicker Rund-

stab aus Tiegelgussstahl wurde in passender Weise in die mit der Controlwage geprüfte und eventuell berichtigte Maschine eingespannt und mein Spiegelapparat daran befestigt, mit dem auf eine, in der Mitte des Stabes befindliche Länge von 15 cm die Verlängerung bis auf  $\frac{1}{100000}$  cm gemessen wurde. Bei der letzten derartigen Messung, am 18. April 1884 angestellt, erhielt ich folgende Resultate:

Belastung <i>t</i>	Verlängerung $\frac{1}{1000}$ cm	Differenz pro 1 <i>t</i>
0	0	
5	1,70	34
0	0,00	
0,5	0,17	34
1,0	0,34	34
5	1,70	34
50	17,10	34
51	17,45	35
52	17,79	34

Man sieht, die bis 1 *t* geprüfte und berichtigte Wage ist bis 52 *t* noch vollkommen richtig und dann wohl auch noch darüber hinaus.

Wenn ich bei vorstehenden Erwägungen die Ursache der Verschiedenheit der Resultate der hier und in Berlin angestellten Druckversuche hauptsächlich in den letzteren suchte, so geschah das nicht bloss deshalb, weil ich mir bewusst bin, bei meinen Versuchen Alles berücksichtigt zu haben, was auf die Richtigkeit der Resultate und insbesondere auf deren Vergleichbarkeit von Einfluss sein kann: ich meine, wenn von zwei Druckversuchen, die an völlig gleichen Materialien angestellt worden sind, der eine ein höheres Resultat ergibt als der andere, ersteres schon von vornherein als das richtigere vorausgesetzt werden kann. Denn es gibt, wie oben erörtert, zwar sehr viele Ursachen, welche die Druckfestigkeit verringern können, aber kaum ein Mittel, welches sie zu erhöhen im Stande wäre; höchstens könnte der Einfluss der Druckplatten auf die zunächst liegenden Schichten der Probestücke in diesem Sinn einwirken; aber dieser Einfluss müsste sich bei gleicher oder ähnlicher Gestalt der Probestücke (Würfel) und bei gleicher, directer Anlage ihrer gehobelten Druckflächen an jenen Platten in gleicher Weise und in gleichem Grade äussern und könnte die Vergleichbarkeit der Resultate nicht beeinträchtigen.

Bei allen den Abnützungsversuchen, von denen bisher gesprochen wurde, waren die Probestücke sowohl als der Smirgel im trockenen Zustande. Da es sich bei derartigen Versuchen doch immer nur um Vergleichen zwischen den verschiedenen Materialien handeln kann, nicht um absolute Werthe, so reicht dies auch vollständig aus. Etwas anderes ist es, wenn es sich um die Frage handelt,

ob ein mit Wasser gesättigter und mit nassem oder trockenem Smirgel geschliffener Stein etc. sich unter gleichen Umständen mehr oder weniger abnützt, als im trockenen Zustande. Dieser Frage näher zu treten, hatte ich Veranlassung durch den Auftrag des k. preuss. Landesdirectoriums der Provinz Hannover, nach welchem die unter Nr. 340—369 (im Verzeichniss des Laboratoriums) in Tabelle V aufgeführten Materialien im wassersatten Zustande, einige davon aber, die Kalksteine Nr. 351 und 356, im wieder ausgetrockneten Zustande auf Abnützung geprüft werden sollten. Zu diesem Zwecke wurden sämtliche Probestücke ins Wasser gelegt und je eines jeder Sorte von Zeit zu Zeit gewogen, um dadurch zu constatiren, ob der wassersatte Zustand erreicht sei, was in längstens 5 Tagen immer der Fall war. Dabei wurden die Stücke, um das adhärende Wasser zu entfernen, vor dem Wiegen mit einem trockenen Tuche abgetupft. Die Wasseraufnahme, in Prozenten des Trockengewichts, stellte sich dabei so heraus: \*)

Nr. im Verzeichn. d. Laborat.	Material	Wasseraufn. in % d. Trockengewichtes
343	Granit v. Frederikshall am Jdefjord	0,17
344	Hornfels vom Ockerthal am Harz	0,08
345	Gabbro vom Radauthal bei Harzburg	0,08
340	Basalt v. Bramberg bei Adelebsen	0,03
349	Thonquarz v. Gehenberg bei Uffeln in Hannover	0,44
352	Quarzfels v. den Katzenklippen bei Pagenhöhe	0,32
351	Muschelkalk v. Limberg bei Gestorf in Hannover	0,09
356	Portlandkalk v. Kappenberg bei Rohrsen in Hannover	0,64
346	Grauwacke v. Rammelsberg bei Goslar	0,19
357	Kohlensandstein v. Piesberg bei Osnabrück	0,81

\*) Es muss hier bemerkt werden, dass die in Prozenten des Trockengewichts ausgedrückten Zahlen für die Wasseraufnahme nur dann miteinander vergleichbar sind, wenn die Probestücke bei gleichem Volumen auch gleiche Oberfläche haben. Denn da die Wasseraufnahme durch die Oberfläche hindurch stattfindet und sich augenscheinlich meist nur auf eine dünne Schichte unter der Oberfläche beschränkt, so ist sie offenbar dieser proportional, während das Gewicht, bei gleichem Material, dem Volumen proportional ist. Die Probestücke, an welchen die oben mitgetheilten Zahlen ermittelt wurden, waren sämtlich Würfel von ca. 6 cm Seite; aber dieselben waren nicht gleich gut bearbeitet; sie waren durchweg nur behauen und diess in sehr verschiedener Güte. Je mangelhafter aber die Bearbeitung, je unebener die Oberfläche ist, desto grösser ist sie im Verhältniss zum Volumen.

Nr. im Verzeichn. d. Laborat.	Material	Wasseraufn. in % d. Trockengewichtes
363	Triasssandstein v. Lauenförde in Solling, Hannover	1,60
358	Keupersandstein v. Lüningsburg bei Schwöbber, Hannover	0,77
361	Deistersandstein v. Münchshagen bei Rehburg, Hannover	3,03
362	Sandstein v. Plötzky an der Elbe, oberhalb Magdeburg	0,99
364	Klinker v. Bingen bei Leer, Hannover, ohne Brandkruste	2,61
368	Hochofenschlacke v. Ilseder Hütte, Hannover	0,30
369	Hochofenschlacke v. Georg-Marienhütte, Hannover	0,55

Die so mit Wasser gesättigten Probestücke wurden dann mit trockenem Smirgel geschliffen. Vor dem Wiegen nach je 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe wurden sie dabei vom anhängenden Smirgel mittelst eines kräftigen Wasserstrahls befreit und das adhärende Wasser mit einem trockenen Tuche abgetupft.

Die unter den Nummern 351 und 356 im Verzeichniss des Laboratoriums in Tabelle V angeführten Controlversuche mit den wieder ausgetrockneten Probestücken zeigen, dass Muschel- und Portlandkalk im wassersatten Zustande sich zwar etwas mehr abnützen, als im trockenen, aber doch nicht viel. Nach meinen jetzigen Erfahrungen schreibe ich diess dem Umstande zu, dass während der 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe in Folge der entwickelten Reibungswärme das vom Stein doch nur an der äussersten Oberfläche angesaugte Wasser bald verdunstet und dann der Stein mit dem trockenen Smirgel doch eigentlich nur trocken geschliffen wird. Desshalb habe ich bei allen auf diese Weise angestellten Versuchen den in Columne 8 der Tabelle V stehenden Buchstaben n, welcher „nass geschliffen“ bedeutet, in Klammern eingeschlossen.

Um richtige Resultate für die Abnützung im nassen Zustande zu erhalten muss auch der auf die Gusseisenscheibe gestreute Smirgel mit Wasser benetzt werden. Das kann am einfachsten dadurch geschehen, dass man aus einem passend angebrachten Gefäss durch ein Röhrchen, das mit einem Regulirhähnchen versehen ist, das Wasser auf die Gusseisenscheibe tropfen lässt. Der Zufluss ist dabei sorgfältig so zu reguliren, dass der Smirgel nicht weggeschwemmt wird, dass er sich aber auch nicht zusammenballt. Natürlich muss vor jedem neuen Wiegen das Probestück unter einem kräftigen Wasserstrahl vom

anhängenden Smirgel und dann durch Abtupfen mit einem Tuche vom adhärenenden Wasser befreit werden.

Auf solche Weise wurden mit je einem oder einigen Probestücken der wichtigsten Material-Gattungen Versuche angestellt; sie sind in der 8. Columne der Tabelle V mit n (ohne Klammern) bezeichnet. Man sieht nun, dass bei allen Materialien die Abnutzung im nassen Zustande grösser ist, als im trockenen; natürlich ist der Unterschied bei den verschiedenen Steinarten sowohl, als bei den verschiedenen Materialien überhaupt sehr verschieden. Auch rührt er selbstverständlich nicht blos von der Veränderung der Abnützbarkeit des Probestückes durch die Nässe her, sondern auch von der veränderten Wirkungsweise des nassen Smirgels gegenüber dem trockenen. Das sieht man deutlich beim Messing, der ja kein Wasser aufsaugt und daher auch durch dasselbe nicht geändert werden kann. Bei diesem ist allerdings die Abnützbarkeit im nassen Zustande nur wenig grösser als im trockenen. Bei den Steinen ist erstere  $1\frac{1}{2}$  bis 4 mal so gross als die letztere, am grössten bei thonhaltigen Sandsteinen wie Nr. 100<sup>a</sup>.

Wenn man die Resultate in Tabelle V überblickt, so sieht man, dass zwar im Ganzen und Grossen die Abnützbarkeit abnimmt mit wachsender Druckfestigkeit, dass aber zwischen beiden Eigenschaften ein direkter Zusammenhang offenbar nicht bestehen kann. Während die festeren Kalksteine betreffs ihrer Druckfestigkeit viele Granite übertreffen, ja sogar den Basalten nahe kommen, ist ihre Abnützbarkeit doch 4—5 mal grösser als die der letztgenannten Steinarten. Wie nun jene beiden Eigenschaften bei solchen Materialien, die als Pflaster oder Schotter für Strassen verwendet werden sollen, gegeneinander abzuwägen sind, welche von beiden die grössere oder geringere Beachtung finden soll und in welchem Grade, das kann nur die Erfahrung zeigen. Ich denke mir, dass dieselbe am raschesten und bestimmtesten dadurch gewonnen werden könnte, dass man mehrere kürzere, etwa 100m lange und unmittelbar hintereinander gelegene Strassenstrecken, die also gleichem Verkehr, gleichen atmosphärischen Einflüssen etc. unterworfen sind, aus verschiedenen Materialien, etwa die eine

aus Basalt, die andere aus Kalkstein, die dritte aus Granit etc. herstellt und längere Zeit beobachtet. Man würde auf diese Weise in verhältnissmässig kurzer Zeit zu einer Formel gelangen können, welche die Dauer einer Strasse als Funktion der Druckfestigkeit und Abnützbarkeit des Materials darstellen würde und aus der dann umgekehrt für ein Material, für welches jene Eigenschaften bekannt sind, die Dauer der Strasse und damit der Werth dieses Materials gefunden werden könnte. — Solche Versuche liegen aber freilich ausser dem Bereiche eines Laboratoriums, sie können nur von Behörden angestellt werden, welchen der Bau und die Erhaltung der Strassen unterstellt ist.

Um die Gusseisenscheibe der auf Blatt I abgebildeten Prüfungsmaschine lange Zeit verwenden zu können, ist es nothwendig, sie auf einer möglichst breiten Ringfläche gleichmässig abzunützen, also die Schleifversuche in verschiedenen, öfter und gleichmässig wechselnden Radien oder Entfernungen der Probestücke von dem Mittelpunkt der Scheibe anzustellen. Da aber die so erhaltenen Resultate dann auf einen und denselben Radius reducirt werden müssen, so ist es nothwendig eine hiefür geeignete Formel zwischen der Abnutzung pro 200 Umdrehungen und dem dabei gebrauchten Radius aufzustellen. Um zu einer solchen zu gelangen, habe ich zwei Paar Probestücke ausgewählt, nämlich die mit Nr. 2<sup>a</sup> und 2<sup>b</sup> bezeichneten aus dem Nabburger Granit, und die mit Nr. 122 und 124 bezeichneten aus Muschelkalk.

Dieselben liess ich ausser auf den Kreisen mit Radien von 35 und 63cm, die äussersten, welche ich anwenden kann, auch noch auf Kreisen mit 42, 49 und 56cm Radius schleifen, und zwar sowohl im trockenen als auch im nassen Zustande, wobei wie immer für je 10 Umdrehungen 20gr Smirgel aufgegeben und wieder abgestrichen wurden und der Druck 30kg betrug. Folgende Zusammenstellung gibt die erhaltenen Resultate, welche wieder Mittel aus je drei Zahlen sind:

a) Im trockenen Zustande geschliffen.

Material	Abnutzung für je 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe bei einem Radius des Schleifkreises von				
	35 cm	42 cm	49 cm	56 cm	63 cm
Granit von Nabburg, Exemplar 2 <sup>a</sup>	9,9	10,0	10,2	12,8	13,8
„ „ „ „ 2 <sup>b</sup>	9,9	10,2	10,2	13,2	13,5
Mittel, beob.:	<u>9,9</u>	<u>10,1</u>	<u>10,2</u>	<u>13,0</u>	<u>13,65</u>
Mittel, berechn.:	8,3	9,7	11,4	13,4	15,4
Muschelkalk, Exemplar 122:	36,7	44,8	45,5	60,8	64,6
„ „ 124:	37,1	45,4	47,2	61,5	65,3
Mittel, beob.:	<u>36,9</u>	<u>45,1</u>	<u>46,35</u>	<u>61,15</u>	<u>64,95</u>
Mittel, berechn.:	36,4	42,5	49,7	58,0	67,5

b) Im nassen Zustande geschliffen.

Material	Abnützung für je 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe bei einem Radius des Schleifkreises von				
	35 cm	42 cm	49 cm	56 cm	63 cm
Granit von Nabburg, Exemplar 2 <sup>a</sup>	15,2	16,9	17,8	17,9	19,3
„ „ „ „ 2 <sup>b</sup>	14,7	15,2	15,8	16,9	20,1
Mittel, beob.:	14,95	16,05	16,8	17,4	19,7
Mittel, berechn.:	14,7	15,7	16,8	17,9	19,4
Muschelkalk, Exemplar 122:	66,6	75,5	83,0	90,3	98,5
„ „ 124:	74,7	74,3	84,0	91,0	94,6
Mittel, beob.:	70,6	74,9	83,5	90,65	96,55
Mittel, berechn.:	72,4	76,9	82,3	88,2	95,4

a) für das Trockenschleifen ergibt sich zunächst hieraus, dass die Abnützungen für die Radien von 49 und 63 cm, dieselben, welche früher ausschliesslich angewendet wurden, sich verhalten

bei Granit wie  $10,2 : 13,65 = 1 : 1,34$ ,

„ Muschelkalk wie  $46,35 : 64,95 = 1 : 1,40$ ,

während nach den früheren Versuchen (vgl. S. 7) dieses Verhältniss für Granit 1 : 1,36 war. Da letztere Zahl dem Mittel aus jenen beiden sehr nahe kommt und aus einer grösseren Anzahl von Versuchen erhalten wurde, so darf sie wohl als richtig angenommen werden. Es folgt hieraus zugleich, dass selbst für, betreffs ihrer Abnützung so verschiedene Materialien, wie Granit und Kalk, die gleiche Verhältnisszahl zur Reduction der Abnützung von einem Radius auf den andern benützt werden kann, und dass folglich für ein beliebiges Material die Abnützung gleich einem, von seiner Natur abhängigen Coefficienten mal einer, für alle Materialien gleichen Function vom Schleifradius r gesetzt werden darf. Dass diese Function in Bezug auf r nicht vom ersten Grad sein kann, zeigt ein Blick auf die obigen Zahlen oder auf eine graphische Darstellung derselben, in der die Radien als Abscissen und die Abnützungen als Ordinaten aufgetragen werden. Wählt man für jene Function die einfachste vom zweiten Grad:  $r^2 + a^2$ , wo a eine Constante bedeutet, so muss für jedes Material

$$\frac{63^2 + a^2}{49^2 + a^2} = 1,36$$

werden, woraus für a<sup>2</sup> nahezu 2000 folgt.

Bedeutet daher A die Abnützung eines Materials für 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe etc. und für den Radius r des Schleifkreises und γ eine, vom Material abhängige Constante, so ist

$$A = \gamma(r^2 + 2000).$$

Berechnet man aus den obigen Resultaten für A bei den Radien

$$r = 35, \quad 42, \quad 49, \quad 56, \quad 63 \text{ cm}$$

die zugehörigen Werthe für γ, so findet sich bei Granit

$$\gamma = 0,0031, 0,0027, 0,0023, 0,0025, 0,0023$$

und bei Muschelkalk

$$\gamma_1 = 0,0114, 0,0120, 0,0105, 0,0119, 0,0109,$$

welche Zahlen je unter sich, beim gleichen Material, so nahezu übereinstimmen, dass obige Formel die gesuchte Beziehung zwischen Schleifradius und Abnützung mit hinreichender Genauigkeit darstellen dürfte. Berechnet man mit den Mittelwerthen von γ nämlich 0,0026 und bezw. 0,0113 rückwärts die Werthe von A, so finden sich die in obiger Zusammenstellung als berechnete Mittelwerthe mit kleinerer Schrift eingesetzten Zahlen, welche eine hinreichende Uebereinstimmung mit den beobachteten zeigen.

Wenn folglich eine, beim Radius von r cm des Schleifkreises gemessene Abnützung für 200 Umdrehungen etc. auf den Normalradius von 49 cm, wie er früher immer gebraucht wurde, reducirt werden soll, so hat dies für Trockenschleifen mittelst der Formel

$$A_0 = A \frac{49^2 + 2000}{r^2 + 2000} = A \frac{4400}{r^2 + 2000}$$

zu geschehen.

b) Wendet man das gleiche Verfahren auf die obigen Resultate für Nassschleifen an, so findet man zunächst für die Radien 49 und 63 cm die Verhältnisszahlen

bei Granit:  $16,8 : 19,7 = 1 : 1,173$ ,

„ Muschelkalk:  $83,5 : 96,55 = 1 : 1,156$ .

Die Mittelzahl 1,16 darf also wieder für alle Materialien als Verhältnisszahl der Abnützungen bei jenen Radien des Schleifkreises angenommen werden.

Aus

$$\frac{63^2 + a'^2}{49^2 + a'^2} = 1,16$$

berechnet sich alsdann

$$a'^2 = 7400,$$

also

$$A' = \gamma'(r^2 + 7400)$$

und damit finden sich aus obigen Resultaten für die, vom Material abhängige Constante γ' bei den Radien

$$r = 35, \quad 42, \quad 49, \quad 56, \quad 63 \text{ cm}$$

für den Granit:

$$\gamma' = 0,00173, 0,00175, 0,00171, 0,00165, 0,00173$$

und für den Muschelkalk:

$$\gamma'_1 = 0,0082, 0,0082, 0,0085, 0,0086, 0,0085,$$

welche Werthe je unter sich bei jedem Material recht gut übereinstimmen. Mit den Mittelwerthen  $\gamma' = 0,00171$  und  $\gamma'_1 = 0,0084$  bekommt man die in obiger Zusammenstellung mit kleinen Ziffern eingestellten „berechneten“ Zahlen, die so gut mit den beobachteten übereinstimmen, als es bei solchen Versuchen nur immer erwartet werden kann.

Die Reductionsformel für die Abnutzung auf den Normal-Radius von 49 cm ist also beim Nassschleifen

$$A'_0 = A' \frac{49^2 + 7400}{r^2 + 7400} = A' \frac{9800}{r^2 + 7400}$$

### Anhang.

Ausser zu den Versuchen, von denen oben die Rede war, kann die auf Blatt I abgebildete Maschine auch noch zu verschiedenen andern Zwecken verwendet werden. So z. B. zu Versuchen über die Grösse der Reibung, also zur Bestimmung von Reibungscoefficienten, wobei die Einrichtung ganz gut so getroffen werden könnte, dass auf einem, dem Wege proportional ablaufenden Papierstreifen die Grösse der Reibung als Ordinate aufgezeichnet würde. Oder es kann die Maschine zur Prüfung verschiedener Schleifmittel angewendet werden, also verschiedener Smirgel oder Surrogate für denselben u. dgl. In dieser letzteren Beziehung hatte ich früher einmal Gelegenheit, Versuche anzustellen und weil ich glaube, dass dieselben auch für weitere Kreise Interesse haben dürften, so will ich die

Art und Weise, wie ich dabei verfahren bin und die Resultate, die ich erhalten habe, hier noch mittheilen.

Das zu prüfende Schleifmittel, von Herrn Bernhard Hess in Bayreuth aus Materialien der dortigen Gegend hergestellt und zwar in denselben fünf Feinheitsnummern, wie sie beim Smirgel gebräuchlich sind, soll hier kurz Surrogat genannt werden. Um es mit Naxossmirgel, demselben, den ich zu allen meinen Abnutzungsversuchen gebrauche und von Herrn Kaufmann Ostermaier dahier beziehe, zu vergleichen, wurden mit gleichen Feinheitsnummern beider Schleifmittel an je ein Paar Probestücken aus geeignetem Material Abnutzungsversuche auf bekannte Weise und unter gleichen Umständen angestellt und die Grösse der Abnutzung als Maassstab für die Beurtheilung des Schleifmittels genommen. Als Probestücke wählte ich für die Feinheitsnummer 1 die Messingstücke 69<sup>b</sup> u. <sup>c</sup> (Fig. 6 Blatt II), für Nummer 2 zwei Stahlparallelepiped von 8 × 8 cm Schleiffläche und 4 cm Dicke, für Nr. 3 und 5 die Granitstücke 1<sup>a</sup> u. <sup>b</sup> (Fig. 5 Blatt II) und für Nr. 4 Platten von 8 × 8 cm Schleiffläche und 0,8 cm Dicke von Glas. Als Druck wählte ich den von 20 kg und beschränkte mich auf zweimal 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe wobei wie immer für je 10 Umdrehungen 20 gr Smirgel, im Ganzen also für alle 400 Umdrehungen 800 gr Smirgel aufgegeben wurden. Der Radius des Kreises, auf dem die Probestücke schiffen, war 58,75 cm.

Um die Wirkung des Schleifens auch auf das Schleif-

Tabelle VI.

Schleifendes Material und Schleifmittel	Abnutzung des auf einem Kreis mit 58,75 cm Radius schleifenden Körpers für je 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe bei 20 kg Druck und für je 10 Umdrehungen 20 gr Schleifmittel aufgegeben und wieder abgestrichen				Mittelwerth gr	Vom Abschleiff wurden abgewogen gr	Davon blieben auf dem Sieb Nr. 20 mit 4900 Maschen pro qcm gr
	Erstes Expl.		Zweites Expl.				
	Erste 200Umdr. gr	Zweite 200Umdr. gr	Erste 200Umdr. gr	Zweite 200Umdr. gr			
Granit v. Nabburg 1 <sup>a</sup> u. 1 <sup>b</sup> u. Surrogat Nr. 5	4,8	5,9	6,1	5,1	5,5	102,75	42,8
„ „ „ „ „ u. Smirgel Nr. 5	10,0	9,8	10,3	10,9	10,2	105,1	16,9
Glasplatten a u. b u. Surrogat Nr. 4	18,7	19,4	20,8	19,6	19,6	109,8	52,4
„ „ „ „ u. Smirgel Nr. 4	19,4	22,5 <sup>1)</sup>	19,3	22,2 <sup>2)</sup>	20,8	110,4	21,5
Granit v. Nabburg 1 <sup>a</sup> u. 1 <sup>b</sup> u. Surrogat Nr. 3	4,8	4,6	4,6	4,3	4,6	102,3	34,6
„ „ „ „ „ u. Smirgel Nr. 3	11,5	11,9	10,9	11,3	11,4	105,7	20,0
Stahlstücke a u. b u. Surrogat Nr. 2	0,9	0,85	0,8	0,95	0,9	100,45	18,05
„ „ „ „ u. Smirgel Nr. 2	1,6	1,7	1,35	1,2	1,45	100,7	16,6
Messingstücke 69 <sup>b</sup> u. 69 <sup>c</sup> u. Surrogat Nr. 1	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0	—	—
„ „ „ „ u. Smirgel Nr. 1	2,4	2,6	2,8	2,8	2,65	—	—

Anmerkung: 1) u. 2) Bei diesen beiden zweiten 200 Umdrehungen wurden neue Glasplatten aus demselben grösseren Stück benützt, da die alten zerbrochen worden waren.

mittel beurtheilen zu können, wurde nach je 10 Umdrehungen der abgenützte Smirgel nicht absondern nur zur Seite gestrichen. Von dem so erhaltenen „Abschliff“, aus abgenütztem Smirgel oder Surrogat und den abgeschliffenen Theilen der Probestücke bestehend, wurde der achte Theil, nämlich 100 gr plus dem achten Theil der gesammten Abnutzung der beiden Probestücke, die ja gemessen ist, abgewogen und auf ein Sieb mit 4900 Maschen pro qcm (Nr. 20) gebracht, durch welches von den Nummern 2—5 des unbenützten Smirgels oder Surrogats nichts hindurchging. Je mehr also von dem Abschliffe auf diesem Sieb liegen blieb, desto weniger wurde das Schleifmittel selber angegriffen, da wohl angenommen werden darf, dass die vom Probekörper abgenützte Masse so fein ist, dass sie sämmtlich durch das Sieb hindurchgeht. Smirgel und Surrogat Nr. 1 ging durch jenes Sieb und durch alle, dortmals zu Gebote stehenden, auch durch Beuteltuch, hindurch und konnte desshalb diese letztere Probe mit ihnen nicht angestellt werden.

Die Tabelle VI enthält die Resultate der auf diese Weise angestellten Versuche.

Man sieht aus derselben zunächst, dass die Abnutzung der Probekörper durch das Surrogat fast durchweg geringer ist, als die mit dem Smirgel erzielte, dass der Unterschied aber bei den verschiedenen Feinheitsnummern und Materialien sehr verschieden ist: am grössten bei Granit, mit den Nummern 3 und 5 geschliffen, am kleinsten bei Glas und der Nummer 4, wo er fast Null ist. Dass diese geringere Schleifwirkung des Surrogats nicht oder wenigstens nicht ausschliesslich von einer minderen Härte

desselben gegenüber dem Smirgel herrührt, zeigen die Zahlen der letzten Columne der Tabelle VI, aus denen hervorgeht, dass von dem abgenützten Surrogat durchweg mehr Grobes auf dem Sieb liegen bleibt als vom Smirgel. Die Ursache der grösseren Schleifwirkung des letzteren erkennt man leicht, wenn man seine Körner und diejenigen des Surrogats unter der Lupe oder dem Mikroskop betrachtet. Jene sind eckig, kantig, scharf, schneiden in das Probestück ein und geben bei ihrer Zertrümmerung immer wieder scharfkantige Stückchen, während die mehr rundlichen Körner des Surrogats unter dem Probestück mehr wegrollen und dasselbe weniger stark angreifen, aber auch selbst weniger stark angegriffen werden.\*) Daher erklärt es sich auch, dass, wie bei den Versuchen bemerkt wurde, die Schlieffläche des Granites und besonders des Glases viel rauher blieb nach der Einwirkung des Surrogats als nach dem Schleifen mit Smirgel von gleicher Feinheitsnummer.

\*) Diese rundliche Gestalt der Körner des Surrogats erklärt Herr B. Hess in einem, mir neuerdings zugegangenen Schreiben aus dem Umstande, dass es in bereits gemahlenem Zustande gebrannt worden sei; er stellt jetzt sein Smirgelsurrogat, das ihm unterm 3. Febr. 1883 für das deutsche Reich patentirt worden ist (Nr. 24321) so her, dass er die Masse zuerst brennt und dann mahlt. Nach den mir vorliegenden Zeugnissen verschiedener Fabrikanten etc. kommt das so erhaltene Schleifmittel dem ächten Naxosmirgel nahezu oder ganz gleich.

München, im Mai 1884.

J. B.

Material	Feinheitsnummer	Smirgel		Surrogat		Verhältnis
		Abnutzung	Rest	Abnutzung	Rest	
Granit	1	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100
	3	100	100	100	100	100
	4	100	100	100	100	100
	5	100	100	100	100	100
Glas	1	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100
	3	100	100	100	100	100
	4	100	100	100	100	100
	5	100	100	100	100	100

Tabelle V.

Resultate der Versuche über die Abnützbarkeit und Druckfestigkeit von Pflaster- u. Schottermaterialien.

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7 Abnützung pro 200 Um- drehungen				11 Druckfestigkeit kg p. o. qcm	12 Bemerkungen
						8 a. d. Kreis vom Radius cm	9 im trocken. od. nassen Zustand.	10 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
1, 2 u. 3	<b>Granit.</b> Verschiedene, in Fig. 4 u. 5 auf Blatt II dargestellte parallelepi- pedische Stücke von blauem dichtgeschlossenem Granit.	Nabburg, Oberpfalz, Bayern.	1 bis 3	2,65	1	49 u. 63	tr. tr.	9,7 3,7	1530	vergl. im Text S. 6.	
			1 <sup>a</sup>			63	n.	17,9	6,8		
			2 <sup>a</sup>			35	tr.	11,3	4,3		
			u.			bis	n.	17,3	6,5	vergl. S. 11 bis 13 im Text.	
			2 <sup>b</sup>			63	n.	11,4	4,3		
							n.	16,4	6,2		
120	Drei Würfel von 6 cm Kante aus blauem feinkörnigen Granit aus den oberen Lagen des Bruches.	Blauberg bei Cham, Ober- pfalz, Bayern.	a	—	—	49	tr.	9,1	3,5	1270	
			b	—	—	49	tr.	9,6	3,7	1350	
			c	—	—	49	tr.	10,7	4,1	1270	
389	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus demselben Granit aus der- selben Lage.	»	a	2,61	1	63	tr.	10,2	3,9	1550	
			b	2,67	1	63	tr.	11,8	4,4	1670	
386	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus demselben Granit, aber aus den unteren Lagen des Bruches.	»	a	2,59	1	63	tr.	12,8	4,9	1500	
			b	2,60	1	63	tr.	11,9	4,6	1490	
388	Ein Würfel von 6 cm Kante aus demselben Granit aus der- selben Lage.	»	—	2,61	1	63	tr.	11,4	4,4	1410	
121	Drei Würfel von 6 cm Kante aus gelbem Granit, aus den oberen Lagen des Bruches.	»	a	—	—	49	tr.	9,1	3,5	1320	
			b	—	—	49	tr.	10,6	4,1	1530	
			c	—	—	49	tr.	9,5	3,7	1430	
385	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus demselben Granit aus den unteren Lagen des Bruches.	»	a	2,63	1	63	tr.	11,4	4,3	1590	
			b	2,58	1	63	tr.	13,5	5,2	1650	
387	Ein Würfel von 6 cm Kante aus demselben Granit aus derselben Lage.	»	—	2,62	1	63	tr.	11,4	4,4	1580	
390	Ein Würfel von 6 cm Kante aus blauem Granit.	Grundstück bei Blauberg, Cham, Oberpfalz, Bayern.	—	2,65	1	63	tr.	12,9	4,9	1420	
391	Ein Würfel von 6 cm Kante aus gelbem Granit.	»	—	2,64	1	63	tr.	12,6	4,8	1370	
4	Zwei Parallelepiped v. 10×10cm Schleiffläche und 7 cm Dicke aus gelbem grobkörnigen Granit.	Wunsiedel im Fichtelgebirge.	I	2,63	1	63	tr.	15,5	5,9	>1520	
			II		1	50	n.	31,1	11,8		
						63	tr.	14,7	5,6		
						50	n.	30,3	11,5		
5	Zwei ebensolche Parallelepiped aus sehr grobem weissen Granit.	Kornberg bei Weissenstadt, Oberfranken, Bayern.	I	2,66	1	63	tr.	15,4	5,8	1410	
			II			50	n.	22,0	8,3		
						63	tr.	13,5	5,1		
						50	tr.	21,9	8,2		
328	Zwei Würfel von 6,5 cm Kante aus Granit.	Allersweiler bei Landau in der Pfalz, Bayern	a	—	—	49	tr.	8,7	3,35	1300	
			b	—	—	49	tr.	9,5	3,65	1370	
392	Sechs Würfel von 6 cm Kante aus Granit: a) roth und grüngelb gemischt, b) roth, c) grünlich gelb, d) wie a), e) wie d) u. a), nur etwas heller, f) wie e), nur noch heller.	Hambach bei Heppenheim an der Bergstrasse.	a	2,55	1	63	tr.	12,1	4,8	2030	
			b	2,54	1	63	tr.	9,4	3,7	1830	
			c	2,57	1	63	tr.	10,4	4,0	2230	
			d	2,55	1	63	tr.	12,1	4,8	2100	
			e	2,57	1	63	tr.	12,3	4,8	1770	
			f	2,52	1	63	tr.	10,8	4,3	1990	
166	Sechs Würfel von 8 cm Kante aus Granit: a) sehr grobkörnig, ziemlich quarzreich, grau u. röthlich, b) sehr grobkörnig, quarzreich, sonst w. d. v., c) wie der vorige, d) viel feinkörniger w. d. v., wie sandig, e) gröber w. d. v., aber feiner als a), b), c); Farbe röthlich, f) ähnlich w. d. v., aber etwas gröber und quarzreicher.	Steinbücke bei Gernsbach nächst Baden, Baden.	a	2,6	1	49	tr.	8,2	3,2	1230	
			b	2,6	1	49	tr.	8,2	3,2	1450	
			c	2,6	1	49	tr.	9,5	3,7	1320	
			d	2,5	1	49	tr.	12,1	4,8	880	
			e	2,6	1	49	tr.	11,3	4,3	1520	
			f	2,6	1	49	tr.	10,5	4,0	1210	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius nach Gew. gr nach Vol. ccm	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						Abnützung pro 200 Um- drehungen der Scheibe		im trocken. od. nassen Zustand.		pro 200 Um- drehungen der Scheibe				
						a. d. Kreis vom Radius cm				nach Gew. gr	nach Vol. ccm			
	<b>Granit.</b>													
187	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit.	48 er Felsen bei Petersthal, Insp. Achern, Baden.	a	2,60	1	49	tr.	10,6	4,1	1650				
			b	2,53	1	49	tr.	9,4	3,7	1480				
188	Desgl.	Bergwände bei Seebach, Insp. Achern, Baden.	a	2,59	1	49	tr.	10,3	4,0	1490			Kein Unterschied im Aus- sehen der Bruchstücke bei Expl. a) und b).	
			b	2,62	1	49	tr.	9,5	3,6	1020				
191	Desgl.	Kroppenheim bei Schenken- zell, Insp. Lahr, Baden.	a	2,55	1	49	tr.	8,8	3,45	2340				
			b	2,54	1	49	tr.	7,6	3,0	1750				
192	Desgl.	Wildschapbach, Insp. Lahr, Baden.	a	2,58	1	49	tr.	12,1	4,7	1330				
			b	2,60	1	49	tr.	10,6	4,1	1580				
194	Desgl.	Mottenhof, bei Mühlenbach, Insp. Lahr, Baden.	a	2,65	1	49	tr.	12,0	4,5	1880				
			b	2,71	1	49	tr.	11,0	4,05	1990				
195	Desgl.	Obersimonswald, bei Güten- bach, Insp. Emmendingen, Baden.	a	2,59	1	49	tr.	8,5	3,3	1960				
			b	2,61	1	49	tr.	9,0	3,45	1710				
238	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit; b) feiner als a) und glimmerreicher.	Bruch im Domänenwalde bei Kandern, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,69	2	49	tr.	7,9	2,9	1050			Seitenflächen bei a) roh bearbeitet u. ausgesprun- gen; Ecken abgestossen.	
			b	2,69	2	49	tr.	11,6	4,3	1090				
236	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit; fast schwarz im Bruch.	Bei Km 3,0 an der Strasse Nr. 177, Distr. 65 bei Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	7,4	2,7	1470			Expl. b) hat Quarzadern, diagonal und senkrecht zu den Druckflächen.	
			b	2,76	2	49	tr.	7,3	2,6	1530				
241	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit.	Bei Km 6 an der Strasse, Nr. 193, Distr. 68 bei Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	9,2	3,4	1760				
			b	2,74	2	49	tr.	9,2	3,4	1760				
242	Desgl.	Bei Km 7,75 an der Strasse Nr. 193, Distr. 68 bei Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	6,9	2,6	1850				
			b	2,67	2	49	tr.	6,8	2,6	1630				
223	Desgl.	Steinbruch bei Atzenbach nächst Zell, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,67	2	49	tr.	10,4	3,9	1530				
			b	2,63	2	49	tr.	9,2	3,5	1490				
224	Desgl.	Steinbruch bei Mambach nächst Zell, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,63	2	49	tr.	9,3	3,5	1690				
			b	2,65	2	49	tr.	9,0	3,4	1700				
232	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit; a) rötlich gelb, b) weissgrau.	Bei Km 5—7 an der Strasse Nr. 109, Distr. 54 bei Zell, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,66	2	49	tr.	9,6	3,6	1520				
			b	2,66	2	49	tr.	11,6	4,4	1490				
244	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit.	Steinbruch bei der Spinnerei Rohmatte, a. d. Str. Nr. 215, Distr. 74 bei Zell, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,72	2	49	tr.	11,1	4,1	1310				
			b	2,78	2	49	tr.	10,2	3,7	1230				
245	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit: a) dunkelroth mit gelben Flecken, b) schwarz und weiss gesprengelt.	Steinbruch bei Km 10 a. d. Strasse Nr. 215, Distr. 75 bei Zell, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,69	2	49	tr.	9,5	3,5	750				
			b	2,72	2	49	tr.	10,2	3,8	1450				
231	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit: a) gelblich, b) rötlich grau.	Berghalde, bei Km 1,8 der Strasse 109, Distr. 53 bei Schönau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,71	2	49	tr.	11,8	4,4	1270			Expl. a) porös, b) ge- schlossen.	
			b	2,70	2	49	tr.	9,0	3,3	1530				
246	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granit.	Berghalde bei Km 1,75 der Strasse Nr. 245, Distr. 73 bei Schönau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,66	2	49	tr.	9,0	3,4	1820				
			b	2,72	2	49	tr.	10,1	3,7	1810				
226	Desgl.	Berghalde bei Km 45 der Strasse Nr. 19, Distr. 25 bei Schönau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	10,0	3,75	1400			Expl. b) ist sehr glimmer- reich und hat sehr lockere Stellen.	
			b	2,74	2	49	tr.	14,8	5,4	840				
228	Desgl.	Berghalde bei Km 28,5 der Strasse Nr. 88, Distr. 30 bei Todtnau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	9,7	3,5	1140			Expl. a) ziemlich gut bear- beitet an den Seiten- flächen; bei b) die Ecken etwas verstossen.	
			b	2,72	2	49	tr.	9,3	3,4	1490				
233	Desgl.	Grube in Schlechtenau bei Todtnau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	9,6	3,6	2160			An den Bruchstücken ist kein Unterschied zwischen beiden Exemplaren zu erkennen.	
			b	2,67	2	49	tr.	10,3	3,85	1720				
280	Desgl.	Bei Km 1,5 an der Strasse Nr. 106, Distr. 32, Insp. Waldshut, Baden.	a	2,56	2	49	tr.	8,8	3,45	1780				
			b	2,59	2	49	tr.	6,9	2,7	1750				
281	Desgl.	Bei Km 23,905 an der Strasse Nr. 112, Distr. 69, Insp. Waldshut, Baden.	a	2,62	2	49	tr.	8,6	3,3	1720				
			b	2,58	2	49	tr.	9,0	3,5	1960				

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius nach Gew. gr nach Vol. ccm	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						Abnutzung pro 200 Um- drehungen	cm	a. d. Kreis vom Radius	im trocken. od. massen Zustand	cm	cm			
<b>Granit.</b>														
282	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Granit.	Bei Km 4,550 an der Strasse Nr. 203, Distr. 86, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,58 2,56	2 2	49 49	tr. tr.	8,7 9,3	3,4 3,65	1900 1650				
283	Desgl.	Bei Km 13,300 an der Strasse Nr. 209, Distr. 92, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,55 2,46	2 2	49 49	tr. tr.	9,5 9,1	3,7 3,7	1800 2170				
310	Desgl.	Häusern auf der Klemm, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,54 2,60	2 2	49 49	tr. tr.	5,5 7,2	2,2 2,8	1920 1560				
322	Desgl.	Uehlingen, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,62 2,52	2 2	49 49	tr. tr.	8,0 9,6	3,05 3,8	1240 1880				
293	Desgl.	Zindelstein, Reichenbach, Thennenbronn, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a b	2,60 —	2 —	49 49	tr. tr.	8,6 7,5	3,3 2,9	1910 —				
343	Drei Würfel von 6cm Kante aus Granit.	Frederikshall am Jdefjord.	I II III	2,63 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	9,0 8,0 9,3	3,4 3,0 3,5	1236 > >				
<b>Syenit.</b>														
382	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Syenit.	Wiesau, Oberpfalz, Bayern.	a b	2,69 2,76	1 1	63 63	tr. tr.	19,0 18,5	7,1 6,7	1610 1720				
104	Ein Würfel von 7cm Kante aus Syenit.	Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	11,9	4,25	2080				
115	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Syenit.	Dörmorsbach im Spessart, 8Km südlich von Aschaffen- burg.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	10,5 9,8	3,75 3,5	1880 1660				
167	Sechs Würfel von 8cm Kante aus Syenit, a) u. b) ziemlich grob- körnig, dunkelgrau u. weiss, c) von gleicher Farbe, aber etwas feiner im Korn, d) e) u. f) heller w. d. v.	Birkenauer Thal bei Wein- heim in Baden.	a b c d e f	2,8 2,9 2,9 2,9 2,8 2,8	1 1 1 1 1 1	49 49 49 49 49 49	tr. tr. tr. tr. tr. tr.	12,0 12,2 13,6 13,2 13,7 12,2	4,3 4,2 4,7 4,55 4,9 4,4	1230 1530 >1620 1540 1400 1560				
284	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Syenit.	Bei Km 6,460 a. d. Strasse Nr. 106, Distr. 78, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,51 2,46	2 2	49 49	tr. tr.	8,5 6,8	3,4 2,8	2100 2240				
285	Desgl.	Bei Km 8,400 a. d. Strasse Nr. 106, Distr. 78 <sup>a</sup> , Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,66 2,73	2 2	49 49	tr. tr.	17,2 17,8	6,5 6,5	1220 1220				
286	Desgl.	Steinbruch bei Tiefenstein, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,91 2,85	2 2	49 49	tr. tr.	10,0 11,0	3,4 3,9	2230 2340				
313	Desgl.	Oberfischbach und Allmend- schachen, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,66 2,67	2 2	49 49	tr. tr.	9,4 10,9	3,5 4,1	1350 1690			Expl. a etwas einseitig zerdrückt in Folge einer Ader an der Aussenseite.	
408	Desgl.	Eberstadt an der Bergstrasse.	a b	2,89 2,88	1 1	63 63	tr. tr.	14,0 12,1	4,85 4,2	1930 1960				
409	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Syenit, dunkler u. feinkörniger als der vorige.	> >	a b	2,82 2,80	1 1	63 63	tr. tr.	12,4 12,9	4,4 4,6	2070 2110				
412	Ein Würfel von 10cm Kante aus Syenit.	Fichtelgebirg.	—	—	—	63 50	tr. n.	19,2 36,3	6,9 13,2	—				
<b>Diorit.</b>														
108	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Diorit.	Schweinheim im Spessart 5Km südlich von Aschaffen- burg.	a b	2,95 —	2 —	49 49	tr. tr.	8,5 8,4	2,9 2,9	2000 2170				
114	Desgl.	> >	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	11,6 11,0	3,9 3,7	1170 1320				
126	Desgl.	> >	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	10,1 11,0	3,4 3,7	1730 1630				
110	Desgl.	Kusel in der Pfalz, Bayern.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	14,1 13,8	5,2 5,1	1220 1570				
327	Desgl.	Rammelsbach in der Pfalz, Bayern.	a b	2,70 —	2 —	49 49	tr. tr.	16,0 16,9	5,9 6,3	1410 1440				
204	Desgl.	Fuchsköpfe bei Freiburg, Baden.	a b	2,94 2,94	1 1	49 49	tr. tr.	12,0 10,8	4,0 3,7	>2480 2650				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	Material und Probestücke	Fundort oder Fabrikant	Exemplar	spezifisches Gewicht	best. nach Methode	Abnutzung pro 200 Umdrehungen der Scheibe				Druckfestigkeit kg pro qcm	Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. nassen Zustand	i. Mittel aus 3 Messung. red. auf 49cm Radius	nach Gew. nach Vol. ccm		
<b>Diorit.</b>											
205	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Diorit.	Buchenbach im Höllenthal, Insp. Freiburg, Baden.	a	2,84	1	49	tr.	13,0	4,6	1860	
			b	2,85	1	49	tr.	11,4	4,0	2210	
206	Desgl.	Albersbach bei Neustadt, Insp. Freiburg, Baden.	a	2,90	1	49	tr.	13,9	4,8	2030	
			b	2,90	1	49	tr.	13,4	4,7	2340	
300	Desgl.	i. d. Wiedeck, Insp. Donauschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	17,7	6,3	—	
						60	n.	31,3	11,2		
			b	—	—	49	tr.	15,5	5,5	—	
						60	n.	31,1	11,1		
<b>Hornblende.</b>											
292	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Hornblende.	Zindelstein, Insp. Donauschingen, Baden.	a	2,82	2	49	tr.	8,2	2,9	1580	Bei Exempl. b) gibt eine Seitenfläche von bräunlicher Farbe 12,1gr Abnutzung.
			b	2,82	2	49	tr.	9,7	3,4	1500	
344	Drei Würfel von 6 cm Kante aus Hornfels; Expl. II von etwas hellerer Farbe als I u. III u. ins Grünliche spielend, während I u. III einen Stich ins Braune haben.	Ockerthal am Harz.	I	2,68	—	63	(n.)	7,7	2,9	1410	
			II	>	—	63	(n.)	5,1	1,9	>	
			III	>	—	63	(n.)	7,1	2,7	>	
<b>Gabbro.</b>											
345	Drei Würfel von 6 cm Kante aus Gabbro.	Radauthal bei Harzburg, Hannover.	I	2,95	—	63	(n.)	13,9	4,7	1081	
			II	>	—	63	(n.)	15,7	5,3	>	
			III	>	—	63	(n.)	13,2	4,5	>	
<b>Porphyr.</b>											
170	Drei Würfel von 8 cm Kante aus Porphyr: Expl. a) gleichmässig dunkelroth mit glänzenden Punkten und glattem Bruch, b) ähnlich dem a), Expl. c) grobkörnig dunkelroth mit weissen Adern und muscheligen Bruch.	Ziegelhausen bei Heidelberg.	a	2,7	1	49	tr.	9,3	3,4	1550	
			b	2,7	1	49	tr.	9,6	3,6	1890	
			c	2,6	1	49	tr.	9,2	3,5	1460	
323	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus grauem Porphyr.	> >	a	2,50	1	49	tr.	6,5	2,6	2000	
			b	2,50	1	49	tr.	5,5	2,2	2600	
169	Sechs Würfel von 8 cm Kante aus Porphyr: a) von glattem Bruch, röthlich grau mit eingesprengten gelben Punkten; b) wie dieser; c) körnig, die gelben Bestandtheile überwiegend; d) körnig u. dunkler roth als a, mit grösseren gelben porösen Stellen; e) hellröthlich mit vielen gelben Stellen; f) wie der vorige.	Dossenheim bei Heidelberg.	a	2,6	1	49	tr.	5,3	2,0	—	
			b	2,5	1	49	tr.	6,7	2,7	1500	
			c	2,6	1	49	tr.	6,9	2,7	1540	
			d	2,6	1	49	tr.	6,0	2,3	1530	
			e	2,5	1	49	tr.	7,0	2,8	1530	
			f	2,55	1	49	tr.	7,3	2,9	1710	
404	Vier Würfel von 6 cm Kante aus röthlichem Porphyr.	> >	a	—	—	63	n.	9,3	3,8	—	
			b	—	—	63	n.	10,2	4,1	—	
			c	2,47	1	63	tr.	6,4	2,6	—	
			d	2,47	1	63	tr.	6,6	2,7	—	
403	Vier Würfel von 6 cm Kante aus bläulichem Porphyr.	> >	a	—	—	63	n.	10,9	4,4	—	
			b	—	—	63	n.	10,4	4,2	—	
			c	2,49	1	63	tr.	6,5	2,6	—	
			d	2,49	1	63	tr.	6,5	2,6	—	
164	Sechs Würfel von 8 cm Kante aus Porphyr: a) grobkörnig, grau und roth melirt, b) hell und dunkelgrau melirt, c) in der Farbe w. d. v., d) dunkler im Grau wie die beiden vorigen, e) u. f) in Farben wie b) u. c).	Vormberg bei Baden, Baden.	a	2,7	1	49	tr.	9,2	3,4	1430	
			b	2,6	1	49	tr.	7,6	2,9	1450	
			c	2,7	1	49	tr.	8,0	3,0	1710	
			d	2,6	1	49	tr.	8,1	3,1	1460	
			e	2,5	1	49	tr.	7,4	3,0	1520	
			f	2,7	1	49	tr.	7,5	2,8	1540	
406	Vier Würfel von 6 cm Kante aus röthlichem Porphyr.	> >	a	—	—	63	n.	8,2	3,2	—	
			b	—	—	63	n.	7,9	3,1	—	
			c	2,57	1	63	tr.	4,9	1,9	—	
			d	2,58	1	63	tr.	5,0	2,0	—	
405	Vier Würfel von 6 cm Kante aus bläulichem Porphyr.	> >	a	—	—	63	n.	12,3	4,8	—	
			b	—	—	63	n.	11,1	4,3	—	
			c	2,56	1	63	tr.	5,6	2,2	—	
			d	2,56	1	63	tr.	5,2	2,0	—	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 pro 200 Um- drehungen der Scheibe	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen	
						Abnutzung		i. Mittel aus		3 Messung.,					red. auf 49cm Radius
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. nassen Zustand.	nach Gew. gr	nach Vol. ccm						
<b>Porphy.</b>															
186	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Lierbacher Thal, Insp. Achern, Baden.	a b	2,45 2,46	1 1	49 49	tr. tr.	9,9 10,0	4,0 4,1	1560 2320	a) Bruchstücke zeigen viele hellgelbe Durchgänge. b) Geschlossener w.d.v. Durchgänge weniger u. kleiner.				
189	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Thonporphy.	Gaisberg bei Schweighausen, Insp. Lahr, Baden.	a b	2,34 2,35	1 1	49 49	tr. tr.	12,7 12,6	5,4 5,4	1310 1090	Bei a) u. b) zeigen die Bruchstücke eine deutliche Schichtung u. Spaltung nach dünnen Plättchen parallel zur Druckrichtung.				
190	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Rappenstein bei Schramberg, Insp. Lahr, Baden.	a b	2,50 2,51	1 1	49 49	tr. tr.	10,6 10,7	4,2 4,3	1360 1450					
193	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Granitporphy.	Rothkreuz bei Wolfach, Insp. Lahr, Baden.	a b	2,62 2,62	1 1	49 49	tr. tr.	12,0 10,3	4,6 3,9	1790 1890					
201	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Geröllhalden am Scharfenstein im Obermünsterthal, Insp. Freiberg, Baden.	a b	2,61 2,61	1 1	49 49	tr. tr.	9,7 10,2	3,7 3,9	2000 2100					
202	Desgl.	St. Peter, Insp. Freiburg, Baden.	a b	2,60 2,62	1 1	49 49	tr. tr.	9,1 9,9	3,5 3,8	1920 1970					
203	Desgl.	St. Wilhelm, Insp. Freiburg, Baden.	a b	2,56 2,51	1 1	49 49	tr. tr.	11,5 10,9	4,5 4,3	1700 1580					
227	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy: a) gelb u. schwarz, b) roth u. grau u. viel quarzreicher als a).	Berghalde bei Km 26 der Strasse Nr. 88, Distr. 29 bei Todtnau, Insp. Lörrach, Baden.	a b	2,66 2,74	2 2	49 49	tr. tr.	12,5 7,1	4,7 2,6	1390 1650	Expl. b) etwas unregelmässig und an den Ecken verstossen.				
234	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy: a) hellfleischroth, b) ebenso mit grossen dunkelgrünen Stellen.	Steinbruch bei Km 16,5 a. d. Strasse Nr. 116, Distr. 28 bei Todtnau, Insp. Lörrach, Baden.	a b	2,66 2,68	2 2	49 49	tr. tr.	10,3 7,9	3,9 2,95	1410 1610	Bei a) Schichtung undeutlich, bei b) deutlich; Druck parallel dazu.				
275	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Bei Km 13,310 a. d. Strasse Nr. 50, Distr. 38, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,63 2,64	2 2	49 49	tr. tr.	9,2 9,6	3,5 3,6	1970 2040					
276	Desgl.	Bei Km 19,3 a. d. Strasse Nr. 106, Distr. 79/80, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,62 2,56	2 2	49 49	tr. tr.	9,8 8,7	3,7 3,4	2100 2220					
277	Desgl.	Strassenböschungen im Domänenwalde bei Km 12,74 der Strasse Nr. 112, Distr. 71, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,59 2,56	2 2	49 49	tr. tr.	8,4 9,4	3,25 3,7	2380 2220					
278	Desgl.	Bei Km 16,525 der Strasse Nr. 112, Distr. 71, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,67 2,61	2 2	49 49	tr. tr.	9,3 8,2	3,5 3,1	2240 2620					
279	Desgl.	Bei Km 18,390 a. d. Strasse Nr. 209, Distr. 91, Insp. Waldshut, Baden.	a b	2,63 2,52	2 2	49 49	tr. tr.	10,2 10,2	3,9 4,05	2630 2300					
309	Desgl.	St. Blasius beim Nickelwerke, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,62 2,60	2 2	49 49	tr. tr.	7,9 9,9	3,0 3,8	1860 1700					
314	Desgl.	Grafenhausen, Amerzfeld, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,53 2,57	2 2	49 49	tr. tr.	10,2 8,5	4,0 3,3	1240 1470					
311	Desgl.	Heppenschwand, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,48 2,59	2 2	49 49	tr. tr.	6,1 8,3	2,45 3,2	1790 1560					
312	Desgl.	Faulenfürst bei Seebrugg, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,55 2,58	2 2	49 49	tr. tr.	6,4 6,7	2,5 2,6	1740 1210	Expl. b) stark geadert mit weissen Durchgängen, parallel zu diesen zerdrückt.				
316	Desgl.	Gem. Brunnadern, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,65 2,57	2 2	49 49	tr. tr.	9,8 12,3	3,7 4,8	1300 970	Expl. b) hat einen röhlichen Durchgang.				
317	Desgl.	Gem. Schwaningen, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,50 2,55	2 2	49 49	tr. tr.	9,4 7,1	3,8 2,8	1540 1540					
321	Desgl.	Bettmaringen, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,60 2,61	2 2	49 49	tr. tr.	8,6 7,6	3,3 2,9	1220 1730					
291	Desgl.	Hirzwald, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	5,2 4,9	2,0 1,9	— —					
295	Desgl.	Am Rombenberg, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a b	2,58 2,57	2 2	49 49	tr. tr.	5,7 6,2	2,2 2,4	1610 1920					

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 i. Mittel aus 3 Messung, red. auf 49cm Radius	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen		
						Abnutzung drehungen		pro 200 Um- der Scheibe		nach Gew. gr					nach Vol. ccm	
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. massen Zustand.	cm	mm	gr	ccm				gr	ccm
<b>Porphyr.</b>																
296	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Schörenbach, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	2,60	2	49	tr.	8,2	3,15	1500						
			b	2,57	2	49	tr.	7,6	3,0	1430						
297	Desgl.	Schonwald, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	2,59	2	49	tr.	8,1	3,1	1260						
			b	2,48	2	49	tr.	11,2	4,5	1230						
298	Desgl.	Am Holensteg, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	2,57	2	49	tr.	8,6	3,35	1320						
			b	2,67	2	49	tr.	9,2	3,45	1170						
299	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Feldsteinporphy.	Schwärzenbach, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	13,9	5,3	—						
			b	—	—	49	tr.	14,0	5,4	—						
301	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy.	Seesteig, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	9,6	3,7	—						
			b	—	—	49	tr.	9,9	3,8	—						
303	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Porphy (Granit).	Rothkreuz, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	6,9	2,65	—						
			b	—	—	49	tr.	7,4	2,85	—						
304	Desgl.	Mühlingen, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	9,0	3,45	—						
			b	—	—	49	tr.	7,2	2,8	—						
305	Desgl.	An der Löffelschneide, Insp. Donau-eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	12,7	4,9	—						
			b	—	—	49	tr.	11,1	4,3	—						
306	Desgl.	Wolkenbach, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	6,2	2,4	—						
			b	—	—	49	tr.	9,1	3,5	—						
307	Desgl.	An der neuen Wutach- brücke, Insp. Donau- eschingen, Baden.	a	—	—	49	tr.	9,2	3,5	—						
			b	—	—	49	tr.	7,7	2,95	—						
111	Zwei Plättchen von 8 × 10 cm Grösse, 2 cm Dicke, aus Porphy.		a	—	—	49	tr.	8,2	3,15	—						
			b	—	—	49	tr.	8,5	3,3	—						
<b>Melaphyr.</b>																
173	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Melaphyr von röthlicher Färbung.	Remigiusberg bei Kusel, bayr. Rheinpfalz.	a	2,6	1	49	tr.	15,5	5,95	1760						
			b	2,6	1	49	tr.	15,3	5,9	1620						
174	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Melaphyr von grünlicher Färbung.	Bei Kusel, bayr. Rheinpfalz.	a	2,6	1	49	tr.	18,1	6,95	1520						
			b	2,6	1	49	tr.	17,0	6,5	1350						
<b>Klingstein.</b>																
197	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Klingstein.	Oberschaffhausen am Kaiser- stuhl, Insp. Emmendingen, Baden.	a	2,49	1	49	tr.	20,6	8,3	1720						
			b	2,47	1	49	tr.	16,7	6,8	2120						
<b>Dolerit.</b>																
208	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Dolerit.	Steinau bei Fulda.	a	3,06	2	49	tr.	13,6	4,45	2650						
			b	3,09	2	49	tr.	14,8	4,8	2530						
261	Desgl.	Am Katzenbuckel, Gem. Wald- katzenbach, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,89	2	49	tr.	8,0	2,8	3050				Expl. a) nahezu aber nicht ganz zerdrückt.		
			b	2,97	2	49	tr.	12,6	4,25	2720						
<b>Anamesit.</b>																
106	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Anamesit.	Steinau bei Fulda.	a	3,08	2	49	tr.	7,0	2,3	2470						
			b	—	—	49	tr.	8,9	2,9	2530						
413	Ein Würfel von 10 cm Kante aus Anamesit.	„ „ „ „	—	—	—	63	tr.	17,1	5,6	—						
						50	n.	32,3	10,5	—						
116	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Anamesit.	Ebene von Alzenau, 17 Km nördl. v. Aschaffenburg.	a	2,95	2	49	tr.	26,7	9,05	1520						
			b	—	—	49	tr.	27,7	9,4	1690						
117	Desgl.	Linkes Mainufer bei Stein- heim, ca. 2 Km südwestlich von Hanau.	a	—	—	49	tr.	23,0	7,9	1300						
			b	—	—	49	tr.	25,7	8,2	1160						
107	Desgl.	Kahl bei Hanau.	a	2,90	2	49	tr.	33,5	11,55	1370						
			b	—	—	49	tr.	22,7	7,8	1550						
<b>Basalt.</b>																
379	Zwei Würfel von 5 cm Kante Basalt.	Triebendorf bei Weiden, Ober- pfalz, Bayern.	a	—	—	63	tr.	8,8	2,9	2800						
			b	—	—	63	tr.	10,0	3,3	3190						
380	Desgl.	Steinmühle bei Weiden, Ober- pfalz, Bayern.	a	—	—	63	tr.	14,0	4,7	2810						
			b	—	—	63	tr.	11,6	3,9	2800						
378	Desgl.	Waldsassen, Oberpfalz, Bayern.	a	—	—	63	tr.	13,5	4,5	2960						
			b	—	—	63	tr.	10,9	3,6	2870						

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 pro 200 Um- drehungen der Scheibe	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen	
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. massen Zustand.	i.	3	Mittel aus Messung., red. auf 49cm Radius	nach Gew. gr				nach Vol. ccm
332	Zwei Würfel von 5 cm Kante und zwei Plättchen, 7 × 6 cm gross, 1,5 cm dick.	Redwitz, Oberfranken, Bayern.	a	2,90	1	63	tr.	8,3	2,9	2330	Würfel a) hat einen von der Kante ausgehenden vermuthlich von der Bearbeitung herrührenden Riss; b) hat grössere Quarzkörner.				
			b	2,88	1	60 63 60	tr. tr. n.	21,1 8,7 19,2	7,3 3,0 6,7	2630					
207	Vier Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Steinmühler Bruch bei Bayreuth.	a	—	—	49	tr.	14,9	5,1	>2830	c) hat offenbar Fehler durch die Bearbeitung.				
			b	—	—	49	tr.	13,6	4,7	2480					
			c	—	—	49	tr.	14,4	5,0	1020					
			d	—	—	49	tr.	10,4	3,6	2100					
127	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Zeilberg nächst Maroldsweisbach, Amtsg. Ebern in Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	19,6	6,8	1640	Expl. b) hat gebliche, rissige Durchgänge und Adern.				
			b	—	—	49	tr.	16,7	5,8	1310					
129	Desgl.	Gleichberg in der Markung Römhild bei Hildburghausen	a	—	—	49	tr.	11,5	4,0	2470					
			b	—	—	49	tr.	11,7	4,0	2460					
128	Desgl.	Oberesfeld, Amtsg. Königshofen, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	16,2	5,6	2380					
			b	—	—	49	tr.	20,8	7,2	2280					
136	Desgl.	Sondheim a/Rh., Amtsg. Mellrichstadt, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	16,7	5,8	2180					
			b	—	—	49	tr.	15,3	5,3	2190					
143	Ein Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Bett der Streu bei Mellrichstadt, Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	10,4	3,6	1870					
137	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Bett der Els zw. Unsleben und Oberelsbach, Amtsg. Neustadt a/S., Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	12,3	4,2	1870					
			b	—	—	49	tr.	13,1	4,5	1750					
142	Ein Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Bett der Brend zw. Neustadt a/S. und Bischofsheim, Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	13,7	4,7	1290					
102	Vier Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Hassenbach bei Kissingen, Unterfranken, Bayern.	a	3,24	1	49	tr.	7,7	2,4	2400					
			b	3,34	1	49	tr.	9,4	2,8	2670					
			c	3,01	1	49	tr.	10,3	3,4	—					
			d	3,16	1	52 52	tr. n.	26,3 13,2 26,4	8,7 4,2 8,4	—					
130	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Waldfenster am Kreuzberg bei Kissingen.	a	—	—	49	tr.	12,7	4,2	1980	Kein Unterschied im Aussehen der Bruchstücke beider Würfel.				
			b	—	—	49	tr.	11,0	3,7	2560					
144	Ein Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Burkhardsroth am Kreuzberg, bei Kissingen.	—	—	—	49	tr.	7,9	2,7	2150					
139	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Unterweissenbrunn, Amtsg. Bischofsheim a/Rh., Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	14,6	5,0	1520	Exempl. a) zeigt im Bruch gelbe glasige Stellen.				
			b	—	—	49	tr.	15,2	5,25	2120					
147	Ein Würfel von 6 cm Kante aus Basalt, Findling.	Oberelsbach, Amtsg. Bischofsheim a/Rh., Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	13,4	4,6	2170					
146	Ein Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Oberleichtersbach, Amtsg. Brückenau, Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	10,1	3,5	>2380					
145	Desgl.	Hagkopf in der Markung Schönderling, Amtsg. Brückenau, Unterfranken, Bayern.	—	—	—	49	tr.	13,0	4,5	2490					
138	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt	Dreistelz, Markung Oberleichtersbach bei Brückenau, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	11,2	3,9	2490	Exempl. b) ist von hellerer Farbe als a).				
			b	—	—	49	tr.	17,3	6,0	1970					
133	Desgl.	Breitenbach, Amtsg. Brückenau, Unterfranken Bayern.	a	—	—	49	tr.	14,4	5,0	>2500	Nahezu aber nicht vollständig zerdrückt.				
			b	—	—	49	tr.	13,0	4,5	>2340					
132	Desgl.	Mottener Haube in der Markung Motten, Amtsg. Brückenau, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	11,9	4,1	2220					
			b	—	—	49	tr.	11,1	3,8	2410					
131	Desgl.	Büchelberg in der Markung Hetzles, Amtsg. Hammelburg, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	11,6	4,0	2190	Exempl. b) ist rissig und fehlerhaft.				
			b	—	—	49	tr.	11,7	4,0	1690					

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7 Abnützung pro 200 Um- drehungen der Scheibe		9 pro 200 Um- drehungen der Scheibe		11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	8 im trocken. od. nassen Zustand.	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Basalt.</b>											
135	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Jungholz buckel, Markung Schwärzelbach, Amtsgericht Hammelburg, Unterfranken, Bayern.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	12,6 12,5	4,3 4,3	>2590 >2590	Nahezu, aber nicht vollständig zerdrückt.
337	Desgl.	Waizenbach bei Hammelburg, Unterfranken, Bayern.	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	8,75 8,7	3,0 3,0	2680 >2600	
375	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus zu Tage liegenden Stücken Basalt.	Bei Gemünden, Unterfranken, Bayern.	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	10,1 8,5	3,5 2,9	2900 3610	Bei Exempl. b) ist beim Zurichten eine Ecke abgesprengt worden; es ist nahezu aber nicht vollständig zerdrückt.
376	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Bruch-Basalt.	„ „	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	10,1 9,9	3,5 3,4	2880 2900	
338	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Vollmerz bei Gemünden Unterfranken, Bayern.	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	11,0 13,8	3,8 4,8	1990 2310	„ „
339	Desgl.	„ „	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	13,4 12,2	4,6 4,2	2270 2680	
105	Desgl.	Sodenberg bei Gemünden, Unterfranken, Bayern.	a b	2,80 3,08	1 1	49 49	tr. tr.	8,5 8,9	3,0 2,9	2300 2540	„ „
134	Desgl.	Reusenberg, Markung Höllrich, Amtsger. Gemünden, Unterfranken Bayern.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	15,0 13,5	5,0 4,5	2150 2010	
103	Desgl.	Schlüchtern bei Fulda.	a b	3,02 3,06	1 1	49 49	tr. tr.	10,2 13,5	3,4 4,4	2110 2050	„ „
377	Desgl.	Bellmuth in Oberhessen.	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	12,4 13,9	4,1 4,6	2710 2630	
381	Desgl.	Bellmuth in Oberhessen, Bruch Bermel.	a b	3,03 2,96	1 1	63 63	tr. tr.	13,5 11,7	4,4 4,0	2660 2800	„ „
383	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus feinkörnigem Basalt.	Ziegenberg, bei Renzendorf, Oberhessen.	a b	2,88 2,84	1 1	63 63	tr. tr.	11,8 13,0	4,1 4,6	2640 2540	
384	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus grobkörnigem Basalt.	Altenberg bei Lauterbach, Oberhessen.	a b	2,86 2,96	1 1	63 63	tr. tr.	20,9 20,8	7,3 7,0	2540 2310	„ „
340	Drei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	Bromberg bei Adelebsen in Hannover.	I II III	2,89 im Mittel aus 3	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	15,1 15,2 13,4	5,2 5,3 4,6	1868 im Mittel aus 4 Vers.	
341	Desgl.	Steinbruch bei der Gräfischen Burg Adelebsen, Hannover.	I II III	2,91 im Mittel aus 3	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	13,8 13,4 13,8	4,7 4,6 4,7	1170 im Mittel aus 4 Vers.	
342	Desgl.	am Meenser Steinberg, Amt Münden, Hannover.	I II III	2,91 im Mittel aus 3	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	12,9 11,5 13,4	4,4 3,95 4,6	1563 im Mittel aus 4 Vers.	
324	Zwei Würfel von 6,5 cm Kante aus Basalt.	Forst bei Deidesheim in der bayerischen Rheinpfalz.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	10,1 10,7	3,4 3,6	>2350 >2280	„ „
325	Desgl.	„ „	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	12,5 14,5	4,2 4,8	>2430 >2430	
326	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Basalt.	„ „	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	11,1 13,3	3,7 4,4	2950 2370	„ „
290	Desgl.	Wartenberg und Riedöschingen, Insp. Donaueschingen, Baden.	a b	3,15 3,04	2 2	49 49	tr. tr.	9,6 11,2	3,05 3,7	2060 2620	
410	Desgl.	Friedberg in Hessen.	a b	2,90 2,94	1 1	63 63	tr. tr.	16,4 16,7	5,7 5,7	2230 2470	Exempl. a) enthält gelbliche poröse Stellen.

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen		
						a.	d.	Kreis vom Radius cm	im trocken, od. nassen Zustand.	i.	Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius				nach Gew. gr	nach Vol. ccm
<b>Basalt.</b>																
414	Sechs Würfel von 6cm Kante aus Basalt.	Limburg, Nassau.	a	3,03	1	49	tr.	14,5	4,8	3200						
			b	3,05	1	49	tr.	13,5	4,4	>3500						
			c	3,05	1	49	tr.	16,0	5,25	2850						
			d	3,02	1	49	tr.	14,4	4,8	3290						
			e	3,02	1	52	tr.	16,9	5,6	3040						
			f	2,99	1	52	tr.	14,2	4,8	3060						
<b>Gneis.</b>																
200	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Gneis.	Geröllhalden bei Unter- münsterthal, Insp. Freiburg, Baden.	a	2,63	1	49	tr.	8,6	3,3	1780						
			b	2,65	1	49	tr.	8,6	3,25	2290						
320	Desgl.	St. Blasien, Superioratswald, Insp. Bonndorf, Baden.	a	2,51	2	49	tr.	10,7	4,1	1130						
			b	2,64	2	49	tr.	8,9	3,4	1260						
<b>Quarz.</b>																
349	Drei Würfel von 6cm Kante aus Thonquarz.	Gehenberg bei Ufeln, Han- nover.	I	2,60	—	63	(n.)	4,3	1,65	1112						
			II	>	—	63	(n.)	4,6	1,8							
			III	>	—	63	(n.)	5,4	2,1							
350	Desgl.	Schinkelberg in der Land- drostei Osnabrück.	I	2,67	—	63	(n.)	14,4	5,4	1484						
			II	>	—	63	(n.)	12,3	4,6							
			III	>	—	63	(n.)	11,9	4,45							
352	Drei Würfel von 6cm Kante aus Quarzfels.	Katzenklippen bei Pagenhöhe zw. Osterode und Nordhausen, Hannover.	I	2,62	—	63	(n.)	7,5	2,9	1023						
			II	>	—	63	(n.)	7,1	2,7							
			III	>	—	63	(n.)	8,2	3,1							
<b>Thonschiefer.</b>																
239	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Thonschiefer.	Grube bei Hofen i. d. Nähe von Schopfheim, Insp. Lör- rach, Baden.	a	2,74	2	49	tr.	5,1	1,9	1760				Bei Exempl. a) Druck nahe- zu senkrecht zur Schichtg., Seitenflächen z. Theil mus- schelig ausgesprungen; bei Exempl. b) Druck parallel zur Schichtung.		
			b	2,73	2	49	tr.	7,5	2,75	1360						
225	Desgl.	Steinbruch bei Utzenfeld i. d. Nähe von Schönau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	10,1	3,7	1920				Bei Exempl. a) die Seiten- flächen ziemlich roh be- hauen, muschelig ausge- sprungen; b) besser bear- beitet.		
			b	2,72	2	49	tr.	8,8	3,2	2390						
229	Desgl. a) grau und weiss. b) schmutzig grün und grau.	Berghalde bei Km 35 der Strasse Nr. 88 Distr. 31 bei Schönau, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,70	2	49	tr.	6,8	2,5	2010				Druck bei beiden Exem- plaren parallel zur Schicht- ung.		
			b	2,68	2	49	tr.	8,8	3,3	1520						
308	Desgl.	Bernaendorf auf der Wacht, Insp. Bonndorf, Baden.	a	—	—	49	tr.	6,2	2,3	—						
			b	—	—	55	n.	13,7	5,1	—						
				—	—	49	tr.	5,2	1,9	—						
				—	—	55	n.	17,5	6,5	—						
<b>Breccin.</b>																
165	Sechs Würfel von 8cm Kante aus Breccin: a) gleichmässig, feinkörnig, roth b) w. d. v. mit kleinen weissen Punkten, c) wie die vorige, d) grobkörnige wie der vorige mit grösseren weissen Quarz- körnern, e) wie der vorige, f) ähnlich wie a) aber etwas feiner und dichter.	Trabronn im Murgthal.	a	2,5	1	49	tr.	7,9	3,15	1410				Druck $\perp$ Lager.		
			b	2,5	1	49	tr.	10,4	4,15	1470				> $\parallel$ "		
			c	2,5	1	49	tr.	10,1	4,0	1410				> $\parallel$ >		
			d	2,6	1	49	tr.	7,1	2,7	1560				> $\parallel$ >		
			e	2,6	1	49	tr.	8,1	3,1	1570				> $\perp$ >		
			f	2,6	1	49	tr.	8,2	3,15	1510				> $\perp$ >		
221	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Wiesengeschiebe.	Wiesefluss bei Güntershausen, Schopfheim und Mam- bach, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,71	2	49	tr.	8,7	3,2	1790						
			b	2,76	2	49	tr.	9,4	3,4	1630						
222	Desgl. a) roth und grün, prophyrtig b) grau und weiss, granitartig.	" "	a	2,69	2	49	tr.	6,3	2,35	1700						
			b	2,66	2	49	tr.	9,6	3,6	1610						

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7-10 Abnützung pro 200 Um- drehungen der Scheibe				11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						7 a. d. Kreis vom Radius cm	8 im trocken. od. nassen Zustand.	9 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Kalksteine.</b>											
8	Platte von 18,5×16,5cm Grösse, 2cm Dicke aus dunkelgrauem geflecktem Marmor.	Frankreich.	—	2,84	2	49	tr.	51,2	18,0	—	
9	Platte von 15×14cm Grösse, und 1,7cm Dicke aus hellgrau und weissgeflecktem Marmor.	» »	—	—	—	49 50	tr. n.	54,5 102,9	19,2 36,2	—	
10	Platte von 17,0×7,6cm Grösse und 1,7cm Dicke aus dunkelgrauem eintönigen Marmor.	» »	—	—	—	49 50	tr. n.	37,3 69,1	13,3 24,7	—	
11	Plättchen von 10×7,5cm Grösse und 1,0cm Dicke aus weissem sehr feinkörnigen Marmor.	» »	—	—	—	49	tr.	10,7	25,2	—	
12	Platte von 17,0×9,8cm Grösse und 1,7cm Dicke aus weissem grobkörnigen Marmor.	Italien.	—	2,80	2	49 45	tr. n.	77,5 136,6	27,7 48,8	—	
13	Platte von 15×7cm Grösse und 1,8cm Dicke aus grauem eintönigen Marmor.	Westphalen.	—	2,76	2	49 45	tr. n.	51,0 89,6	18,5 32,5	—	
14	Plättchen von 10×10cm Grösse und 1,0cm Dicke aus grauem gemuschelten Marmor.	Westphälische Marmorwerke Allagen bei Soest.	—	—	—	49	tr.	60,8	21,7	—	
15	Ebensolche Platten von Fleishton, gemuschelt, gefleckt.	» »	—	—	—	49	tr.	86,5	30,9	—	
88	Platte von 21×18cm Grösse und 3,5cm Dicke aus Solenhofener Schiefer.	Solenhofen, Bayern.	—	2,90	2	49 45	tr. n.	51,3 136,4	17,7 47,0	—	
89	Platte von 21×18cm Grösse und 1,5cm Dicke aus Kelheimer Kalkstein.	Kelheim in Bayern.	—	2,79	2	49 45	tr. n.	58,0 110,8	27,9 39,7	—	
371	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Kalkstein.	Oberrieden im Amtsger. Altdorf bei Nürnberg.	a	—	—	63	tr.	36,7	13,1	2130	
			b	—	—	63	tr.	36,6	13,1	2170	
372	Desgl.	Altenhann im Amtsger. Altdorf bei Nürnberg.	a	—	—	63	tr.	53,8	19,2	1340	
			b	—	—	63	tr.	70,1	25,0	1310	
373	Desgl.	Brüche zwischen Altdorf und Hagenhausen bei Nürnberg.	a	—	—	63	tr.	53,7	19,2	1360	
			b	—	—	63	tr.	49,3	17,6	1330	
374	Desgl.	In unmittelbarer Nähe (südl.) von Altdorf bei Nürnberg.	a	—	—	63	tr.	56,1	20,0	1130	
			b	—	—	63	tr.	54,6	19,5	1000	
140	Desgl.	Mühlhausen, Amtsger. Arnstein, Oberfranken Bayern.	a	—	—	49	tr.	46,7	16,6	1030	
			b	—	—	49	tr.	43,3	15,5	1020	
141	Desgl.	Rotterhausen, Amtsger. Münnerstadt, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	49,6	17,7	1060	
			b	—	—	49	tr.	43,3	15,5	1090	
122	Ein Würfel von 10cm Kante aus Muschelkalk von körniger Structur.	Eichen nächst Gerlachshausen bei Dettelbach, Unterfranken Bayern.	—	2,74	1	49 35 bis 63	tr. tr. n.	36,4 49,5 82,0	13,3 18,1 30,0	1260	} vgl. S. 11 u. 12 im Text.
123	Desgl.	Buchen ebendasselbst.	—	2,75	1	49	tr.	33,3	12,1	1010	
124	Desgl.	Eichen nächst Stadelschwarzach bei Dettelbach, Unterfranken, Bayern.	—	2,76	1	49 35 bis 63	tr. tr. n.	39,2 50,3 83,3	14,2 18,2 30,2	1290	} vgl. S. 11 u. 12 im Text.
125	Ein Würfel von 10cm Kante aus Muschelkalk von schiefriger Struktur.	Buchen bei Albertshofen nächst Kitzingen, Unterfranken, Bayern.	—	2,73	1	49	tr.	41,0	15,0	950	
109	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Muschelkalk.	Marktbreit, Unterfranken, Bayern.	a	—	—	49	tr.	42,1	15,3	1250	Exempl. b enthält poröse gelbliche Stellen und ist heller als a)
			b	—	—	49	tr.	52,0	19,0	640	
118	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Kalkstein.	Felder von Remlingen a. d. Strasse von Würzburg nach Aschaffenburg, 9 Km südöstl. von Marktheidenfeld.	a	—	—	49	tr.	42,5	15,5	1150	
			b	—	—	49	tr.	43,4	15,8	1370	
119	Zwei Würfel von 5cm Kante aus Kalkstein.	Felder bei Hardheim, 18 Km südöstlich von Miltenberg, im Badischen.	a	—	—	49	tr.	39,3	14,3	1310	
			b	—	—	49	tr.	35,9	13,1	1110	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						Abnützung drehungen		pro 200 Um- der Scheibe		i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. nassen Zustand.	nach Gew. gr	nach Vol. ccm	nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Kalksteine.</b>													
249	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Muschelkalk.	am Rehberg, Gem. Hettingen, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,92	2	49	tr.	45,3	15,5	1760			
			b	2,95	2	49	tr.	46,7	15,9	1850			
250	Desgl.	Haubenlöchl, Gem. Impfingen, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,80	2	49	tr.	49,5	17,7	1780			
			b	2,82	2	49	tr.	47,7	17,0	1880			
401	Sechs Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Impfingen, Insp. Wertheim, Baden.	a	—	—	63	n.	67,0	24,8	—			
			b	—	—	63	n.	87,4	32,4	—			
			c	—	—	63	n	73,1	27,1	—			
			d	2,70	1	63	tr.	39,0	14,4	—			
			e	2,69	1	63	tr.	39,3	14,6	—			
			f	2,70	1	63	tr.	38,2	14,1	—			
259	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Muschelkalk.	Eckertshalde, Gem. Gammersdorf, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,51	2	49	tr.	43,8	17,4	1670			
			b	2,50	2	49	tr.	45,5	18,2	1500			
256	Desgl.	Rammersberg, Gem. Dittwar, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,67	2	49	tr.	41,1	15,4	1470			
			b	2,70	2	49	tr.	39,6	14,7	1460			
251	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Wellenkalk.	i. d. 4 Morgen, Gem. Nassig, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,78	2	49	tr.	56,8	20,5	1400			
			b	2,72	2	49	tr.	66,9	24,6	1440			
252	Desgl.	i. d. Steig, Gem. Lindelbach, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,81	2	49	tr.	49,1	17,5	1430			
			b	2,75	2	49	tr.	51,3	18,7	1590			
253	Desgl.	a. Haubenberg, Gem. Dertingen, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,70	2	49	tr.	60,3	22,3	1270			Exempl. a) hat weiche Stellen.
			b	2,70	2	49	tr.	56,0	20,7	1400			
257	Desgl.	a. Dämmlein, Gem. Welschingen, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,66	2	49	tr.	65,4	24,6	1600			
			b	2,69	2	49	tr.	67,0	25,0	1710			
258	Desgl.	a. Schmittsberg, Gem. Schweigern, Insp. Wertheim, Baden.	a	—	—	49	tr.	64,4	23,8	1580			
			b	2,66	2	49	tr.	59,9	22,5	1440			
260	Desgl.	Rabberg, Gem. Assmannstadt, Insp. Wertheim, Baden.	a	2,83	2	49	tr.	53,7	19,0	1620			
			b	2,79	2	49	tr.	46,5	16,7	1680			
262	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Findlinge in Gem. Allfeld, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,77	2	49	tr.	40,7	14,7	1780			
			b	2,83	2	49	tr.	45,1	16,0	2100			
263	Desgl.	Thalberg, Gem. Seckach, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,66	2	49	tr.	43,2	16,2	1440			
			b	2,83	2	49	tr.	44,1	15,6	1450			
264	Desgl.	Harberg, Gem. Schlierstadt, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,77	2	49	tr.	41,0	14,8	1830			
			b	2,67	2	49	tr.	43,0	16,1	1670			
265	Desgl.	Hamberg, Gem. Seckach, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,66	2	49	tr.	35,7	13,4	1660			
			b	2,62	2	49	tr.	39,9	15,2	1910			
266	Desgl.	Höhe in Gem. Hettingen, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,59	2	49	tr.	42,3	16,4	2010			
			b	2,62	2	49	tr.	40,5	15,5	1900			
267	Desgl.	Hageldorn, Gem. Hettingen, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,76	2	49	tr.	50,3	18,2	1660			
			b	2,74	2	49	tr.	44,8	16,4	1580			
268	Desgl.	Lesesteine in Gem. Neudenau, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	47,6	17,8	2130			
			b	2,67	2	49	tr.	26,4	9,9	1830			
271	Desgl.	Gem. Hassmersheim, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,72	2	49	tr.	30,5	11,2	1450			
			b	2,77	2	49	tr.	40,0	14,4	1700			
269	Vier Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Steinbruch in Hamberg, Gem. Grosseichholzheim, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,69	2	49	tr.	46,9	17,5	1380			
			b	2,69	2	49	tr.	56,3	21,0	1450			
			c	2,64	2	49	tr.	45,1	17,1	1330			
			d	2,71	2	49	tr.	44,7	16,5	1530			
270	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Gem. Hüffenhardt, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,70	2	49	tr.	40,4	15,0	1310			
			b	2,75	2	49	tr.	44,8	16,3	1490			
272	Desgl.	Heinsheim, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,76	2	49	tr.	41,7	15,1	1580			
			b	2,77	2	49	tr.	41,9	15,1	1440			
273	Desgl.	Mörtelstein, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,69	2	49	tr.	39,8	14,9	1920			
			b	2,98	2	49	tr.	37,1	12,5	1740			
274	Desgl.	Asbach, Insp. Mosbach, Baden.	a	2,71	2	49	tr.	38,8	14,3	1680			
			b	2,67	2	49	tr.	21,7	8,1	1650			
209	Desgl.	Bruchsal, Baden.	a	2,87	2	49	tr.	43,2	15,1	1740			
			b	2,97	2	49	tr.	41,9	14,1	1480			
210	Desgl.	Gochsheim, Insp. Bruchsal, Baden.	a	2,85	2	49	tr.	42,4	14,9	1400			
			b	2,82	2	49	tr.	42,7	15,1	2120			

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7-10 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe				11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	8 od. im trocken. od. nassen Zustand.	9 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Kalksteine.</b>											
211	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Altwiesloch, Insp. Bruchsal, Baden.	a	2,72	2	49	tr.	39,9	14,7	1870	
			b	2,72	2	49	tr.	39,5	14,5	1800	
212	Desgl.	Mauer, Insp. Bruchsal, Baden.	a	2,72	2	49	tr.	42,0	15,4	1650	
			b	2,92	2	49	tr.	45,7	15,7	1320	
213	Desgl.	Richen, Insp. Bruchsal, Baden.	a	2,68	2	49	tr.	66,8	25,0	1600	
			b	2,71	2	49	tr.	50,9	18,8	1960	
215	Desgl.	Bauschlott, Insp. Karlsruhe, Baden.	a	2,79	2	49	tr.	50,3	18,0	1640	Expl. b) hat etwas hellere Farbe und enthält gelbe, poröse Stellen.
			b	2,74	2	49	tr.	26,5	9,7	940	
214	Desgl.	Eutingen, Insp. Karlsruhe.	a	2,67	2	49	tr.	50,8	19,0	1650	
			b	2,71	2	49	tr.	50,4	18,6	1570	
216	Desgl.	Brötzingen, Insp. Karlsruhe.	a	2,67	2	49	tr.	44,4	16,7	2070	
			b	2,60	2	49	tr.	36,9	14,2	2110	
217	Desgl.	Ersingen, Insp. Karlsruhe.	a	2,65	2	49	tr.	49,3	18,6	1770	
			b	2,70	2	49	tr.	42,6	15,8	2070	
400	Sechs Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Dietlingen bei Pforzheim, Insp. Karlsruhe.	a	—	—	63	n.	78,4	29,0	—	
			b	—	—	63	n.	89,7	33,2	—	
			c	—	—	63	n.	70,5	26,1	—	
			d	2,67	1	63	tr.	50,0	18,7	—	
			e	2,67	1	63	tr.	44,7	16,8	—	
			f	2,64	1	63	tr.	43,7	16,6	—	
218	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Ittersbach, Insp. Karlsruhe.	a	2,83	2	49	tr.	32,8	11,6	1510	
			b	2,83	2	49	tr.	47,7	16,9	2150	
168	Sechs Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein von brauner Farbe und muscheligen Bruch.	Weingarten bei Durlach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	41,6	15,1	1380	Alle 6 Steine beginnen verhältnismässig schon früh an den Kanten zu splittern, etwa bei der Hälfte der Bruchbelastung.
			b	2,75	2	49	tr.	43,6	15,9	1540	
			c	2,8	2	49	tr.	46,5	16,6	1520	
			d	2,9	2	49	tr.	48,1	16,6	1550	
			e	2,85	2	49	tr.	47,1	16,5	1460	
			f	2,8	2	49	tr.	47,6	17,0	1330	
199	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Bollschweil, Insp. Freiburg, Baden.	a	2,46	2	49	tr.	78,5	31,9	780	
			b	2,64	2	49	tr.	50,5	19,1	1140	
219	Desgl.	Schlossberg bei Badenweiler, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,74	2	49	tr.	47,0	17,1	1170	Kein Unterschied im Aus- sehen der Bruchstücke beider Expl.
			b	2,78	2	49	tr.	59,4	21,4	920	
220	Desgl.	Steinbruch der Gem. Inz- lingen bei Lörrach, Baden.	a	2,77	2	49	tr.	59,9	21,6	1080	Expl. a) hat grosse poröse Stellen, b) ist dicht und geschlossen.
			b	2,73	2	49	tr.	49,1	18,0	1830	
240	Desgl.	Lesesteine vom Oberweiler Rebberge bei Müllheim, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	44,7	16,3	760	
			b	2,76	2	49	tr.	48,4	17,6	930	
248	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein: a) dunkelbraun mit vielen weissen Adern, b) braun.	Bruch im sog. Grüneck bei Km 5 der Strasse Nr. 293 Distr. 71/72 bei Müllheim, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,83	2	49	tr.	56,0	19,8	830	Expl. b) ist gleichmässiger als a).
			b	3,01	2	49	tr.	40,0	13,3	1470	
247	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Bruch bei Km 2,3 der Strasse Nr. 287 Distr. 79 bei Schopf- heim, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,75	2	49	tr.	43,6	15,9	1700	Expl. a) sehr dicht und gleichmässig; b) enthält poröse Stellen.
			b	2,80	2	49	tr.	55,3	19,8	960	
230	Desgl. b) etwas dunkler als a).	Bei Km 2,5 der Strasse Nr. 95 Distr. 32 bei Schopfheim, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,73	2	49	tr.	57,6	21,1	1080	
			b	2,76	2	49	tr.	49,2	17,8	1310	
235	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein: a) hellgrau mit gelben Stellen, b) dunkelgrau.	Bei Km 0,5 an der Strasse Nr. 177 Distr. 65 bei Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,74	2	49	tr.	43,9	16,0	1070	Expl. b) geschlossener als a).
			b	2,75	2	49	tr.	46,1	17,1	1230	
243	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Bei Km 16 an der Strasse Nr. 193 Distr. 66 bei Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	2,78	2	49	tr.	47,5	17,1	930	Kein Unterschied im Aus- sehen der Bruchstücke beider Expl.
			b	2,69	2	49	tr.	42,8	16,0	1240	
402	Sechs Würfel von 6 cm Kante aus Kalkstein.	Wehr, Insp. Lörrach, Baden.	a	—	—	63	n.	76,6	28,4	—	
			b	—	—	63	n.	85,0	31,5	—	
			c	—	—	63	n.	76,6	28,4	—	
			d	2,67	1	63	tr.	49,8	18,6	—	
			e	2,70	1	63	tr.	48,5	17,8	—	
			f	2,67	1	63	tr.	52,5	19,7	—	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7-10 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe				11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						7 a. d. Kreis vom Radius cm	8 im trocken. od. massen Zustand.	9 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Kalksteine.</b>											
237	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Kalkstein: a) weiss, b) ocker- gelb.	Bruch im Lichfeld bei Kan- dern, Insp. Lörrach, Baden.	a b	2,77 2,77	2 2	49 49	tr. tr.	50,2 65,4	18,1 23,6	1220 1210	
287	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Kalkstein.	Bei Km 1,400 an d. Strasse Nr. 50 Distr. 40, Insp. Walds- hut, Baden.	a b	2,63 2,61	2 2	49 49	tr. tr.	43,7 31,9	16,6 12,2	1110 1140	
288	Desgl.	Bei Km 7,620 an der Strasse Nr. 50 Distr. 38, Insp. Walds- hut, Baden.	a b	2,56 2,58	2 2	49 49	tr. tr.	52,6 43,9	20,6 17,0	1140 1170	
289	Desgl.	Bei Km 19 an der Strasse Nr. 54 Distr. 59, Insp. Walds- hut, Baden.	a b	2,81 2,70	2 2	49 49	tr. tr.	35,6 32,1	12,7 11,9	990 1230	
318	Zwei Würfel von 6cm Kante aus braunem Jura.	Gem. Empfenhofen, Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,61 2,64	2 2	49 49	tr. tr.	46,8 39,2	17,9 14,8	1380 1010	
315	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Muschelkalk.	Lesesteine an der Strasse in Insp. Bonndorf, Baden.	a b	2,65 2,64	2 2	49 49	tr. tr.	52,2 53,5	19,7 20,3	1320 1060	
319	Desgl.	» »	a b	2,64 2,67	2 2	49 49	tr. tr.	52,0 50,3	19,7 18,8	1220 1040	
294	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Kalkstein.	An Strassenböschungen in der Insp. Donaueschingen, Baden.	a b	2,71 2,66	2 2	49 49	tr. tr.	57,9 58,8	21,4 22,1	1030 990	
302	Desgl.	Löffingen, Insp. Donaueschin- gen, Baden.	a b	2,64 2,66	2 2	49 49	tr. tr.	49,6 47,7	18,8 18,0	1350 1140	
176	Desgl.	Brüche bei Schwarzach und Dornbirn, Vorarlberg.	a b	2,7 2,6	1 1	49 49	tr. tr.	21,4 20,4	7,9 7,8	1220 1340	
351	Drei Würfel von 6cm Kante aus Muschelkalk.	Limberg bei Gestorf, Han- nover.	I II III	2,73 » »	— — —	63 63 63	(n.) tr. (n.) tr. (n.) tr.	46,5 40,3 44,7 48,0 46,2 44,0	17,0 14,7 16,4 17,6 17,0 16,1	1205	
356	Drei Würfel von 6cm Kante aus Portlandkalk.	Kappenberg bei Rohrsen, Hannover.	I II III	2,72 » »	— — —	63 63 63	(n.) tr. (n.) tr. (n.) tr.	50,1 49,3 43,8 38,0 47,7 42,4	18,4 18,1 16,1 14,0 17,6 15,6	740	
353	Drei Würfel von 6cm Kante aus Muschelkalk.	Oldendorfer Berg, Landdrostei Osnabrück.	I II III	2,70 bis 2,72 » »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	43,4 50,3 39,9	16,0 18,6 14,4	961	Aeusserlich kein Unterschied zwischen Expl. II und den beiden anderen.
354	Desgl.	Wehrendorfer Berg, Land- drostei Osnabrück.	I II III	2,72 » »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	14,8 16,2 16,0	5,4 6,0 5,9	910	
355	Desgl.	Essener Berg, Landdrostei Osnabrück.	I II III	2,69 bis 2,73 »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	17,4 18,1 10,9	6,4 6,7 4,0	732	Aeusserlich kein merklicher Unterschied zwischen Expl. III und den beiden an- deren.
411	Zwei Würfel von 8cm Kante aus Kalkstein v. dunkelgrauer Farbe.	Lichtenfels, Oberfranken, Bayern.	a b	2,75 2,78	1 1	63 63	tr. tr.	37,5 30,9	13,7 11,1	— —	
<b>Sandsteine.</b>											
346	Drei Würfel von 6cm Kante aus Grauwacke.	Rammelsberg bei Goslar.	I II III	2,75 bis 2,77 »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	7,5 5,8 6,3	2,7 2,1 2,3	1011	
347	Desgl.	Innerstethal bei Wildemann, Hannover.	I II III	2,67 » »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	13,8 13,5 13,0	5,2 5,0 4,9	767	
348	Desgl. Expl. II etwas, aber kaum merk- lich heller als I und III.	Stuckenloch bei Lerbach, Hannover.	I II III	2,64 » »	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	15,6 11,0 17,8	5,9 4,2 6,7	879	
198	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Rheinwacke: a) grau, b) grün.	bei Freiburg, Baden.	a b	2,59 2,78	1 1	49 49	tr. tr.	7,3 18,8	2,8 6,8	2290 2200	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	Material und Probestücke	Fundort oder Fabrikant	Exemplar	spezifisches Gewicht	best. nach Methode	Abnutzung pro 200 Umdrehungen der Scheibe		i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius	nach Gew. nach Vol. ccm	Druckfestigkeit kg pro qcm	Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. massen Zustand.				
<b>Sandsteine.</b>											
397	Zwei Plättchen von 7,5 × 7,5 cm Grösse, 3,5 cm Dicke, parallel zum Lager aus rothem Buntsandstein: a) ziemlich grobkörnig mit eingesprengt. gröbern weissen Quarzkörnern, b) feiner und gleichmässiger ohne Quarzkörner.	bei Kaiserslautern.	a b	2,17 2,23	1 1	63 63	tr. tr.	71,3 183,6	32,9 82,3	— —	
398	Zwei Würfel von 9 × 9 cm Schleiffläche aus gelbgrauem Buntsandstein.	Tiefenthal bei Kaiserslautern.	a b	— —	— —	63 63	tr. tr.	12,0 12,6	5,4 5,7	— —	
393	Zwei Plättchen von 8 × 8 cm Grösse und 4,8 cm Dicke, parallel zum Lager, aus gelblichem Buntsandstein.	Otterberg bei Kaiserslautern	a b	2,20 2,16	1 1	63 45	tr. n.	63,6 91,3	28,9 41,5	— —	Expl. b) hat grobkörnige Durchgänge, die eine bedeutend geringere Abnutzung ergeben.
394	Zwei Plättchen von 8 × 8 cm Grösse und 3 cm Dicke, parallel zum Lager, aus rothem Buntsandstein.	Breitenau bei Kaiserslautern.	a b	1,96 2,05	1 1	63 63	tr. tr.	151,1 98,1	77,1 47,9	— —	
395	Zwei Plättchen von 8 × 8 cm Grösse und 3 cm Dicke, parallel zum Lager, aus grünlichem Buntsandstein.	Lauterecken bei Kaiserslautern.	a b	2,24 2,26	1 1	63 63	tr. tr.	85,0 76,2	38,9 33,7	— —	
396	Zwei Plättchen von 9 × 8 cm Grösse und 4 cm Dicke, parallel zum Lager, aus grauem Buntsandstein.	Erdesbach bei Kaiserslautern.	a b	2,35 2,34	1 1	63 45	tr. n.	25,5 60,7	10,9 25,9	— —	
407	Vier Stücke von 10 × 10 cm bis 7 × 10 cm Schleiffläche aus rothem Buntsandstein: a) und b) grob- c) und d) feinkörnig.	Schopp bei Kaiserslautern.	a b c d	— — — —	— — — —	63 40 63 40	tr. n. tr. n.	29,7 63,3 28,6 46,2	13,5 28,8 13,0 21,0	— — — —	
100 <sup>a</sup>	Zwei Würfel von 8 cm Kante aus rothem feinkörnigen Buntsandstein; beide aus einer und derselben grösseren Platte.	Wertheim, Baden.	a' a''	— —	— —	49 49	tr. tr.	36,5 37,1	14,0 14,3	— —	
100 <sup>b</sup>	Zwei Würfel von 8 cm Kante aus rothem feinkörnigen Buntsandstein; beide aus einer und derselben grösseren Platte.	„	b' b''	— —	— —	49 49	tr. tr.	32,6 37,5	12,5 14,4	— —	
101 <sup>a</sup>	Zwei Würfel von 8 cm Kante aus rothem feinkörnigen Buntsandstein von gleichem Ansehen wie der vorige, beide Würfel aus einer u. derselben grösseren Platte.	Wessenthal bei Frankfurt a/M.	a' a''	— —	— —	49 49	tr. tr.	30,7 32,5	11,8 12,5	— —	
101 <sup>b</sup>	Zwei Würfel von 8 cm Kante aus dem gleichen Stein, aber aus einer anderen Platte.	„	b' b''	— —	— —	49 49	tr. tr.	27,7 30,9	10,7 11,9	— —	
254	Zwei Würfel von 6 cm Kante aus Buntsandstein.	Vockener St., Gem. Vockeroth, Insp. Wertheim, Baden.	a b	2,65 2,64	2 2	49 49	tr. tr.	24,5 20,6	9,3 7,8	850 970	
255	Desgl.	i. Lindigwald, Gem. Walldürn, Insp. Wertheim, Baden.	a b	2,64 2,67	2 2	49 49	tr. tr.	18,4 19,6	7,0 7,4	870 860	
171	Sechs Würfel von 8 cm Kante aus gleichmässig feinkörnigem hellrothen Buntsandstein.	Ettlingen bei Karlsruhe.	a b c d e f	2,5 2,6 2,6 2,75 2,55 2,6	1 1 1 1 1 1	49 49 49 49 49 49	tr. tr. tr. tr. tr. tr.	10,6 9,7 9,7 9,3 10,1 10,0	4,2 3,7 3,7 3,4 4,0 3,8	<1430 1600 1590 1580 1650 1550	Druck    Lager. >   > >    > >   > >   > >   > >    >
334	Zwei Würfel von 7 cm Kante aus rothem Buntsandstein.	Kleinsteinsbach, zwischen Karlsruhe und Pforzheim.	a b	2,35 2,14	1 1	63 63	tr. tr.	32,0 15,1	13,6 7,0	855 780	
335	Desgl.	bei Pforzheim.	a b	2,35 2,24	1 1	63 63	tr. tr.	41,7 19,7	17,7 8,8	915 945	
336	Ein Würfel von 7 cm Kante aus rothem Buntsandstein.	Gräfenhausen im württemb. Schwarzwalde, 1 Stde. von Neuenburg, zw. Pforzheim und Wildbad.	—	2,30	1	63	tr.	55,2	24,0	875	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe				11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	8 im trocken. od. nassen Zustand.	9 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Sandsteine.</b>											
113	Ein Stück von 13×12cm Schleif- fläche und 7 cm Dicke aus grün- gelbem Buntsandstein.	—	—	—	—	49	tr.	54,2	20 8	—	
357	Drei Würfel von 6cm Kante aus Kohlensandstein; Exempl. II von sehr dunkler Farbe, dunkler als I und III und Quarzkörner enthaltend.	Piesberg bei Osnabrück.	I II III	2,58 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	5,5 8,5 10,2	2,1 3,3 4,0	678	
363	Drei Würfel von 6cm Kante aus Trias-Sandstein; Exempl. I am hellsten, von gelblicher Farbe und thonigem Aussehen, Expl. II gelblich-grün, Expl. III roth.	Lauenförde im Solling, Han- nover.	I II III	2,47 bis 2,56 >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	24,0 12,3 11,6	9,6 4,9 4,6	852	
358	Drei Würfel von 6cm Kante aus Keuper-Sandstein.	Lüningsburg bei Schwöbber, Hannover.	I II III	2,56 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	8,2 5,7 7,3	3,2 2,2 2,8	1329	
359	Drei Würfel von 6cm Kante aus Keuper-Sandstein; Expl. II be- deutend dunkler als I und III; letzteres ein wenig dunkler als I.	Hämelschenburg, westl. der Emmern - Welseder Land- strasse, Hannover.	I II III	2,54 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	7,4 13,8 8,2	2,9 5,4 3,2	1027	
360	Drei Würfel von 6cm Kante aus Keuper-Sandstein; Expl. III bedeutend dunkler als I und II.	Taubenberg bei Rinteln, Hannover.	I II III	2,42 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	13,9 11,2 12,6	5,7 4,6 5,2	1545	
361	Drei Würfel von 6cm Kante aus Deistersandstein; Expl. III von hellster, I von dunkelster Farbe, II zwischen beiden stehend mit mehr sandigem Ansehen.	Münchshagen bei Rehburg, Hannover.	I II III	2,40 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	12,7 24,8 17,8	5,3 10,3 7,4	1318	
175	Zwei Würfel von 6cm Kante aus Grünsandstein.	Bei Dornbirn und Hohenems in Vorarlberg.	a b	2,6 2,7	1 1	49 49	tr. tr.	14,3 13,4	5,5 5,0	1310 1310	
362	Drei Würfel von 6cm Kante aus Sandstein; Expl. III viel dunkler als I, II zwischen beiden stehend.	Plötzky a. d. Elbe oberhalb Magdeburg.	I II III	2,59 > >	— — —	63 63 63	(n.) (n.) (n.)	9,4 8,1 6,8	3,6 3,1 2,6	1178	
185	Zwei Würfel von 6cm Kante aus jüngerem Molassensandstein.	Kottern bei Kempten, Allgäu.	a b	— —	— —	49 49	tr. tr.	24,3 24,5	9,3 9,4	1670 1700	
<b>Gebrennte künstliche Steine.</b>											
16	Mosaikplättchen von 17×17cm Grösse, 2cm Dicke, verschieden- farbig.	Villeroy und Boch in Mett- lach.	—	—	—	49	tr.	7,4	3,3	—	
17	Mosaikplättchen von gleicher Grösse, nur anders gefärbt.	>	>	—	—	49	tr.	7,9	3,5	—	
18	Desgl.	>	>	—	—	49	tr.	8,6	3,8	—	
19	Desgl.	>	>	—	—	49	tr.	8,3	3,7	—	
20	Desgl.	>	>	—	2,24	2	49	tr.	8,1	3,6	—
21	Desgl.	>	>	—	—	49	tr.	4,6	2,05	—	
22	Desgl.	>	>	—	—	49	n.	16,7	7,45	—	
23	Plättchen von 17×17cm Grösse, 2cm Dicke, einfarbig, hellgrau.	>	>	—	2,49	2	49	tr.	7,4	3,3	—
24	Plättchen von gleicher Grösse und Dicke, verschiedenfarbig.	>	>	—	—	49	tr.	8,4	3,4	—	
25	Plättchen von gleicher Grösse und Dicke, einfarbig grün.	>	>	—	—	49	tr.	7,1	2,8	—	
30	Plättchen von 17×17cm Grösse, 3cm Dicke, hellgrau, diagonal gerippt.	>	>	—	—	49	tr.	8,5	3,4	—	
31	Plättchen von 17×17cm Grösse, 3cm Dicke, hellgrau, diagonal gerippt.	>	>	—	—	49	tr.	9,5	3,8	—	
31	Plättchen von 14,5×14,5cm Grösse, 2cm Dicke von gelb- licher Farbe.	>	>	—	—	49	tr.	8,4	3,4	—	
32	Desgl.	>	>	—	—	49	tr.	8,8	3,5	—	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7-10 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe				11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. nassen Zustand.	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Gebrannte künstliche Steine.</b>											
33	Plättchen von 14,5 × 14,5 cm Grösse, 2 cm Dicke von dunkelgrauer Farbe.	Villeroy und Boch in Mettlach.	—	2,62	2	49	tr.	11,0	4,2	—	
34	Desgl.	»	—	2,70	2	49	tr.	7,2	2,7	—	Zeigt an der Oberfläche mehr weisse Körner als 33.
35	Ebenso grosses Plättchen, roth.	»	—	—	—	49 55	tr. n.	11,7 27,4	4,4 10,3	—	
36	Ebensolches Plättchen, etwas heller.	»	—	—	—	49	tr.	7,7	3,0	—	
37	Ebenso grosses Plättchen, dunkelbraun.	»	—	—	—	49	tr.	10,6	4,1	—	
38	Desgl.	»	—	—	—	49	tr.	10,1	3,9	—	
180	Plättchen von 17 × 17 cm Grösse, 3 cm Dicke, grau, oben diagonal gerippt, unten glatt, ohne Firma.	»	—	2,64	2	49	tr.	18,1	6,9	—	
39	Plättchen von 20 × 20 cm Grösse 2,2 cm Dicke, oben glatt, unten ringförmig gerippt, mit Firma, schwarz.	Utzschneider und Ed. Jannez, Saargemünd.	—	2,82	2	49	tr.	14,0	5,0	—	
40	Desgl.	»	—	—	—	49	tr.	8,4	3,0	—	
41	Ebensolches Plättchen, aber weiss.	»	—	—	—	49	tr.	16,7	5,9	—	
42	Desgl.	»	—	—	—	49	tr.	15,9	5,7	—	
43	Plättchen von 15,5 × 15,5 cm Grösse, 2 cm Dicke, oben glatt, unten ringförmig gerippt, mit Firma, schwarz.	»	—	2,80	2	49	tr.	15,3	5,5	—	Kein Unterschied im Aussehen der Plättchen 43 und 44 bemerkbar.
44	Desgl.	»	—	—	—	49 55	tr. n.	9,3 45,7	3,3 16,3	—	
45	Ebensolches Plättchen, aber gelb.	»	—	—	—	49	tr.	14,5	5,2	—	
46	Desgl.	»	—	—	—	49	tr.	15,1	5,4	—	
95	Plättchen von 14 × 14 cm Grösse, 3,5 cm Dicke, oben in 4 quadratische Felder getheilt, unten ringförmig gerippt, mit Firma, gelb.	»	—	2,77	2	49	tr.	16,4	5,9	—	
91	Achteckige Platte von 22 cm Durchm., 2,5 cm Dicke, oben glatt, unten ringförmig gerippt, mit Firma, weiss.	»	—	—	—	49	tr.	20,2	7,2	—	
178	Plättchen von 15,8 × 15,8 cm Grösse, 2,7 cm Dicke, oben diagonal, unten ringförmig gerippt, mit Firma, gelb.	»	—	2,99	2	49 50	tr. n.	24,3 39,4	8,1 13,2	—	
28	Einfahrtstein von 21 × 21 cm Grösse, 5 cm Dicke, in 4 quadratische Felder getheilt, von weisslicher Farbe.	Schenkelberger & Co. in Ottweiler a. d. Rhein-Nahebahn.	1. Hälfte	2,38	2	49 55	tr. n.	11,5 34,1	4,8 14,3	—	
29	Einfahrtstein von 17 × 17 cm Grösse, 4 cm Dicke, in 8 rechteckige Felder getheilt, von weisslicher Farbe, etwas dunkler als 28.	»	—	—	—	49	tr.	7,5	3,15	—	
49	Einfahrtstein von 17 × 17 cm Grösse, 3 cm Dicke, oben in 4 quadratische Felder getheilt, unten geradeüber gerippt, mit Firma, hellgelb.	»	—	—	—	49	tr.	13,9	5,8	—	
50	Platte von gleicher Grösse und Dicke, oben diagonal gerippt, unten wie die vorige, hellgelb.	»	—	—	—	49	tr.	14,2	6,0	—	
52	Einfahrtstein von 20 × 20 cm Grösse, 6 cm Dicke, oben in 4 quadratische Felder mit Ringen getheilt, oben braun glasirt, unten roth (Klinker).	»	1. Hälfte	2,61	2	49	tr.	15,0	5,7	—	
			2. Hälfte	—	—	49	tr.	15,7	6,0	—	

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 Abnutzung pro 200 Um- drehungen der Scheibe	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. massen Zustand.	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius		nach Gew. gr	nach Vol. ccm			
								tr.	n.					
<b>Gebrannte künstliche Steine.</b>														
53	Einfahrtstein von 20 × 20 cm Grösse, 5 cm Dicke, oben in 4 quadratische Felder mit Ringen getheilt, durchweg gelb.	Schenkelberger & Co. in Ottweiler a. d. Rhein-Neubahn.	1. Hlfte 2. Hlfte	2,43 —	2 —	49 49	tr. tr.	18,6 46,1	7,7 19,0	— —	— —	— —	— —	— —
47	Platte von 16 × 16 cm Grösse, 2 cm Dicke, oben glatt, unten geradeüber gerippt, mit Firma, schwarz.	Fr. Pabst in St. Johann.	—	2,83	2	49	tr.	18,4	6,5	—	—	—	—	—
48	Ebensolche Platte, gelb.	„ „	—	—	—	49	tr.	20,5	7,2	—	—	—	—	—
90	Achteckige Platte, 21 cm Durchm., 2,5 cm Dicke, oben glatt, unten gerippt, mit Firma, gelb.	„ „	—	—	—	49	tr.	20,9	7,3	—	—	—	—	—
92	Achteckige Platte von 21 cm Durchm., 2,5 cm Dicke, oben glatt, unten ringförmig gerippt, gelb, bezeichnet mit Nr. III	„ „	—	2,85	2	49	tr.	22,8	8,0	—	—	—	—	—
93	Platte von 14,5 × 14,5 cm Grösse, 3,5 cm Dicke, oben in 4 quadrat. Felder getheilt, unten geradeüber gerippt, gelb, bezeichnet mit Nr. I.	„ „	—	2,70	2	49	tr.	17,7	6,6	—	—	—	—	—
94	Ebensolche Platte, bezeichnet mit Nr. II, etwas heller.	„ „	—	—	—	49 60	tr. n.	16,6 37,3	6,15 13,8	—	—	—	—	—
26	Mosaikplättchen von 17 × 17 cm Grösse, 2 cm Dicke, verschieden gefärbt, auf der Rückseite glatt.	Sinzig.	—	2,69	2	49 49	tr. n.	10,6 20,5	3,9 7,6	—	—	—	—	—
27	Ebensolches Plättchen, nur anders gefärbt, auf der Rückseite gerippt.	„ „	—	—	—	49	tr.	8,2	3,05	—	—	—	—	—
82	Mosaikplättchen von 16,5 × 16 cm Grösse, 2 cm Dicke, verschieden gefärbt.	„ „	—	2,58	2	49	tr.	7,6	2,9	—	—	—	—	—
83	Ebensolches Plättchen, nur anders gefärbt.	„ „	—	—	—	49	tr.	10,3	4,0	—	—	—	—	—
179	Platte von 16,5 × 16,5 cm Grösse, 3,0 cm Dicke, oben diagonal gerippt, unten glatt, grau.	„ „	—	2,50	2	49	tr.	13,9	5,6	—	—	—	—	—
51	Einfahrtstein von 14 × 14 cm Grösse, 4 cm Dicke, oben in 4 quadrat. Felder getheilt, unten mit Fabrikzeichen, hellgelb.	G. A. Obereit in Tremosna bei Pilsen.	—	2,50	2	49 55	tr. n.	12,7 38,6	5,1 15,4	—	—	—	—	Nach dem Innern zu viel poröser werdend.
84	Ebensogrosser Einfahrtstein, oben in 8 rechteckige Felder getheilt, unten mit Fabrikzeichen, weiss.	„ „	—	—	—	49	tr.	17,7	7,1	—	—	—	—	—
54	Stein in Ziegelformat: 24,5 × 12 × 6,5 cm, weiss, mit Fabrikzeichen.	„ „	—	3,10	2	49	tr.	23,9	7,7	—	—	—	—	—
55	Stein in Ziegelformat: 28 × 13,5 × 6 cm, oben in Rauten gerippt, unten mit Firma, dunkelbraun glasirt.	„ „	—	2,38	2	49	tr.	10,4	4,4	—	—	—	—	—
56	Stück eines künstlichen Pflastersteins aus sog. Kunstbasalt, graugrün, Schleiffläche 18 × 16 cm.	W. Hellwag & Co. in Schattau bei Znaim.	—	2,44	2	49	tr.	8,3	3,4	—	—	—	—	—
57	Trottoirsteine von 20,5 × 20,5 cm Grösse, 5,5 cm Dicke aus sog. Kunstbasalt, beiderseits glatt.	„ „	—	2,89	2	49	tr.	12,3	4,3	—	—	—	—	—
58	Pflasterstein von 20,5 × 10 cm Schleiffläche; 15,5 cm Höhe aus sog. Kunstbasalt, dunkelgelb mit Stich ins Grünliche.	„ „	—	—	—	49	tr.	8,0	2,8	—	—	—	—	—
59	Pflasterstein von 19,5 × 9 cm Schleiffläche, 11 cm Höhe aus sog. Kunstbasalt, von gleicher Farbe.	„ „	—	—	—	49 55	tr. n.	9,6 29,5	3,3 10,2	—	—	—	—	—
60	Einfahrtstein von 20 × 20 cm Grösse, 7 cm Dicke, oben in 4 quadr. Felder getheilt, aus sog. Kunstbasalt, von gleicher Farbe.	„ „	1. Hlfte 2. Hlfte	2,89 2,89	2 2	49 49	tr. tr.	15,7 15,1	5,45 5,2	— —	— —	— —	— —	— —

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7 Abnützung drehungen		9 pro 200 Um- der Scheibe		11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen
						a. d. Kreis vom Radius cm	8 im trocken. od. nassen Zustand.	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
								nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Gebrannte künstliche Steine.</b>											
61	Plättchen von 15 × 15 cm Grösse, 1,7 cm Dicke, ob. glatt, unt. d. Buchstaben W.H. tragend, braun glasirt.	W. Hellwag & Co. in Schattau bei Znaim.	—	2,67	2	49	tr.	18,5	6,9	—	
62	Plättchen von gleicher Grösse, beiderseits glatt, matt, gelbgrün, im Aussehen wie die sog. Kunstbasalte Nr. 56—60.	Unbekannt.	—	2,28	2	49	tr.	6,6	2,9	—	
181	Vier Chamotteplättchen von 16,5 × 16,5 cm Grösse, 2 cm Dicke, oben glatt, unten mit Firma, gelb.	Teplitzer Chamottewarenfabrik.	a	2,62	2	49	tr.	11,3	4,3	—	
			b	—	—	60	n.	18,7	7,1	—	
			c	—	—	49	tr.	12,0	4,6	—	
			d	—	—	49	tr.	11,9	4,5	—	
182	Zwei ganz ebensolche Plättchen von rother Farbe.	» »	a	—	—	49	tr.	19,5	7,4	—	
			b	—	—	49	tr.	17,4	6,6	—	
				—	—	60	n.	28,8	10,0	—	
183	Zwei ganz ebensolche Plättchen, von gleicher Farbe wie Nr. 181.	» »	a	—	—	49	tr.	11,5	4,4	—	
			b	—	—	49	tr.	13,9	5,3	—	
184	Zwei ganz ebensolche Plättchen von gelber Farbe.	» »	a	—	—	49	tr.	12,1	4,6	—	
			b	—	—	49	tr.	10,1	3,9	—	
177	Platte von 17,5 × 17,5 cm Grösse, 3,5 cm Dicke, oben diagonal, unten ringförmig gerippt, weiss.	Gebr. Kiefer in Homburg, bayer. Pfalz.	—	2,36	2	49	tr.	13,1	5,55	—	
98	Trottoirstein von 21 × 21 cm Grösse, 4,5 cm Dicke, beiderseits glatt, braunroth (Klinker).	Grosshesselohe bei München.	—	2,67	2	49	tr.	10,2	3,8	—	
99	Hälfte eines Einfahrtsteines, der ursprünglich 21 × 21 cm gross, 6 cm dick und in vier quadr. ringförmig gerippte Felder getheilt war, roth (Klinker).	» »	—	—	—	49	tr.	13,4	5,0	—	
64	Trottoirstein, 20 × 20 cm gross, 5 cm dick, oben glatt, unten mit Firma, schwarz (Klinker).	L. Promoli in Solln bei München.	—	2,55	2	49	tr.	10,0	3,9	—	
				—	—	60	n.	37,0	14,5	—	
63	Trottoirstein, 22 × 22 cm gross, 5 cm dick, oben glatt, unten mit Firma, braunroth (Klinker).	J. Widmann in München.	—	2,56	2	49	tr.	11,0	4,3	—	
370 <sup>a</sup>	Trottoirstein, 21 × 21 cm gross, 4 cm dick, beiderseits glatt (Klinker).	Reischl in Bogenhausen bei München.	1. Viert.	2,69	2	63	tr.	20,1	7,5	—	1. Seite mit Brandkruste.
								36,9	13,7	—	2. » » »
								35,1	13,0	—	1. » ohne »
						50	n.	84,2	31,3	—	
			2. Viert.			63	tr.	24,4	9,1	—	1. Seite mit Brandkruste.
								49,0	18,3	—	2. » » »
								44,5	16,6	—	1. » ohne »
370 <sup>b</sup>	Ebensolcher Trottoirstein (Klinker).	» »	1. Viert.	—	—	63	tr.	20,8	7,8	—	1. Seite mit Brandkruste.
								29,0	10,8	—	2. » » »
								33,3	12,4	—	1. » ohne »
			2. Viert.	—	—	63	tr.	24,2	9,0	—	1. Seite mit Brandkruste.
								24,9	9,3	—	2. » » »
								24,4	9,1	—	1. » ohne »
96	Trottoirstein, 20 × 20 cm gross, 4 cm dick, beiderseits glatt, dunkelbraun glasirt (Klinker).	Zettler in Mering bei Augsburg.	—	—	—	49	tr.	13,2	5,1	—	
						60	n.	41,6	16,0	—	
97	Hälfte eines Einfahrtsteines, der ursprünglich 20 × 20 cm gross, 6 cm dick und in 4 quadr. Felder getheilt war, dunkelbraun.	» »	—	2,58	2	49	tr.	19,5	7,6	—	
163 <sup>a</sup>	Zwei Viertel eines Trottoirsteines von 21 × 21 cm Grösse, 4,5 cm Dicke, beiderseits glatt, braunroth.	» »	I	—	—	49	tr.	15,3	5,9	—	
			II	—	—	49	tr.	15,3	5,9	—	
163 <sup>b</sup>	Zwei Viertel eines Einfahrtsteines von 21 × 21 cm Grösse, 6 cm Dicke, oben in 4 quadr. Felder getheilt, braunroth.	» »	I	—	—	49	tr.	13,1	5,1	—	
			II	—	—	49	tr.	13,7	5,3	—	
65	Trottoirstein, 18 × 18 cm gross, 4 cm dick, beiderseits glatt, braunroth, glasirt.	Otto Bernhard in Griesbach, Oberbayern.	—	2,61	2	49	tr.	15,4	5,9	—	

1. Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2. Material und Probestücke	3. Fundort oder Fabrikant	4. Exemplar	5. spezifisches Gewicht	6. best. nach Methode	7.		8.		9.		11. Druckfestigkeit kg pro qcm	12. Bemerkungen
						Abnützung pro 200 Um- drehungen der Scheibe		pro 200 Um- drehungen der Scheibe		i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius			
						a. d. Kreis vom Radius cm	im trocken. od. nassen Zustand.	nach Gew. gr	nach Vol. ccm	nach Gew. gr	nach Vol. ccm		
<b>Gebrannte künstliche Steine.</b>													
66	Trottoirstein, 18×18cm gross, 4cm dick, beiderseits glatt, braunroth, glasirt.	Otto Bernhard in Griesbach, Oberbayern.	—	—	—	49	tr.	6,9	2,6	—	—	—	Oberfläche sehr uneben und daher die Angriffsfläche klein.
333	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker.	Bernhard Hess in Bayreuth.	a	3,00	2	63	tr.	5,7	1,9	1100	—	—	
			b	—	—	63	tr.	6,2	2,1	1100	—	—	
			c	—	—	63	tr.	5,2	1,7	1100	—	—	
172 <sup>a</sup>	Backstein im Format 25×12×6cm, gelb.	Hainstadt bei Frankfurt a/M.	1. Hlfte	2,64	2	49	tr.	60,4	22,9	—	—	—	Die Druckfestigkeit ist das Mittel aus 4 Zahlen, welche für ähnliche Backsteine vom gleichen Fabrikanten durch Zerdrücken im ganzen Format zwischen Cement-Mörtelbändern erhalten wurden.
			2. Hlfte	—	—	49	n.	163,1	61,8	—	—	—	
				—	—	49	tr.	54,5	20,6	—	—	279	
172 <sup>b</sup>	Desgl.	„	1. Hlfte	—	—	49	tr.	49,9	18,9	—	—	—	
			2. Hlfte	—	—	49	tr.	43,9	16,6	—	—	—	
			50	—	—	50	n.	87,5	33,2	—	—	—	
364	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker mit der Brandkruste; I und III roth, II schwarz.	Bingum bei Leer, Hannover.	I	—	—	63	(n.)	15,2	—	—	—	—	Kein Unterschied in der Abnützung nach abgeschliffener Brandkruste.
			II	—	—	63	(n.)	17,7	—	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	14,3	—	—	—	—	
364	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker ohne Brandkruste; I beiderseits roth, II und III einerseits roth, andererseits schwarz.	„	I	—	—	63	(n.)	17,0	—	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	18,9	—	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	13,9	—	—	—	—	
365	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker mit der Brandkruste; I und II auf der Schleiffläche heller roth als III.	Bockhorn, Oldenburg.	I	—	—	63	(n.)	19,0	—	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	16,5	—	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	9,9	—	—	—	—	
365	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker ohne Brandkruste.	„	I	—	—	63	(n.)	22,6	8,7	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	24,9	9,6	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	20,8	8,0	—	—	—	
366	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker mit der Brandkruste; Schleiffläche sehr verschieden roth u. schwarz gefärbt bei allen 3 Expl.	Zwischenahn, Oldenburg.	I	—	—	63	(n.)	17,4	6,7	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	16,3	6,3	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	15,7	6,0	—	—	—	
366	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker ohne Brandkruste; vom Expl. III eine Schleiffläche ganz schwarz, von I beide ganz roth.	„	I	—	—	63	(n.)	18,5	7,1	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	16,6	6,4	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	23,5	9,0	—	—	—	
367	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker mit der Brandkruste, im Innern ganz schwarz.	An der Mehe bei Bremer- vörde.	I	—	—	63	(n.)	18,8	7,2	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	21,2	8,2	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	24,6	9,5	—	—	—	
367	Drei Würfel von 6cm Kante aus Klinker ohne Brandkruste; Expl. I hat eine Bruchfläche von gleichmässig röthlicher Färbung, II und III haben gleichmässig schwarze Schleifflächen.	„	I	—	—	63	(n.)	14,6	5,6	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	24,5	9,4	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	22,5	8,7	—	—	—	
368	Drei Würfel von 6cm Kante aus Hochofenschlacke; Expl. I grau, festgeschlossen, II grün, feinporös, III grau, sehr porös.	Ilse der Hütte, Hannover.	I	2,9	1	63	(n.)	25,1	8,7	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			II	—	—	63	(n.)	18,5	6,4	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	31,8	11,0	—	—	—	
369	Drei Würfel von 6cm Kante aus Hochofenschlacke, Expl. I von dunkelster, III von hellster Farbe, grün, II sehr porös.	Georg-Marienhütte, Han- nover.	I	3,35	1	63	(n.)	23,2	6,9	—	—	—	Alle 3 Exemplare scheiden im Wasser eine gelbliche Masse aus, am stärksten I.
			II	—	—	63	(n.)	29,3	8,8	—	—	—	
			III	—	—	63	(n.)	22,6	6,8	—	—	—	
<b>Ungebrannte künstliche Steine.</b>													
85	Platte von 21×19cm Grösse, 3cm Dicke aus künstlichem Marmor, roth, mit groben Kieskörnern.	R. Justin in Oberalm bei Salzburg.	—	2,86	2	49	tr.	38,3	13,4	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			—	—	—	60	n.	149,6	52,3	—	—	—	
86	Ebensolche Platte, schwarz mit sehr groben Kieskörnern.	„	—	—	—	49	tr.	33,6	11,8	—	—	—	
87	Ebensolche Platte, hellgrau mit sehr groben Kieskörnern.	„	—	—	—	49	tr.	31,1	10,9	—	—	—	Kein Einfluss der Brandkruste zu bemerken.
			—	—	—	60	n.	124,9	43,7	—	—	—	
148	Cementplättchen von 21×21cm Grösse, 3cm Dicke, von röthlicher Farbe.	C. Föhr in Görlitz.	—	2,51	2	49	tr.	15,0	6,0	—	—	—	An der Oberfläche bedeutend weicher als im Innern.

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7		8		9		10 pro 200 Um- drehungen der Scheibe	11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen				
						Abnutzung	drehungen	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius	nach Gew. gr	nach Vol. ccm	Abnutzung				drehungen	i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius	nach Gew. gr	nach Vol. ccm
<b>Ungebrannte künstliche Steine.</b>																		
149	Cementplättchen von 10 × 10 cm Grösse und 2,5 cm Dicke, von röthlich-grauer Farbe.	C. Föhr in Görlitz.	—	—	—	49	tr.	15,5	6,2	—	—	—	—	An der Oberfläche bedeutend weicher als im Innern.				
150	Zwei Cementplättchen von 7,5 × 7,5 cm Grösse, 3 cm Dicke und braun-röthlicher Farbe.	„	a	—	—	49	tr.	12,9	5,1	—	—	—	—	„				
			b	—	—	49	tr.	12,8	5,1	—	—	—	—	„				
151	Cementplättchen von 12 × 12 cm Seite, 3 cm Dicke, grün gefärbt.	„	—	—	—	49	tr.	14,1	5,6	—	—	—	—	An der Oberfläche weicher als im Innern.				
152	Cementplättchen von 10,5 × 10,5 cm Grösse, 2,5 cm Dicke und grauer Farbe.	„	—	—	—	49	tr.	16,8	6,7	—	—	—	—	„				
153	Cementplättchen von 7,5 × 7,5 cm Grösse und 2,5 cm Dicke, von etwas dunklerer grauer Farbe als d. v.	„	—	—	—	49	tr.	11,5	4,6	—	—	—	—	„				
						50	n.	25,0	10,0	—	—	—	—	„				
154	Cementplättchen von 10,5 × 10,5 cm Grösse, 2,5 cm Dicke und blauer Farbe.	„	—	—	—	49	tr.	20,9	8,3	—	—	—	—	An der Oberfläche bedeutend weicher als im Innern.				
						50	n.	31,6	12,6	—	—	—	—	„				
155	Dreieckiges Cementplättchen von 10 cm Seite, 2,5 cm Dicke und blauer Farbe.	„	—	—	—	49	tr.	13,3	5,3	—	—	—	—	„				
156	Cementplättchen von 10 × 10 cm Grösse, 2 cm Dicke und gelber Farbe.	„	—	—	—	49	tr.	22,0	8,8	—	—	—	—	„				
157	Cementplättchen von 12 × 15 cm Grösse, 2,5 cm Dicke, ohne Farbenbeimischung.	„	—	—	—	49	tr.	14,4	5,7	—	—	—	—	„				
158	Cementpflasterplättchen für Viehställe, 14,5 × 9,0 cm gross, 2 cm dick, grau.	„	—	2,70	2	49	tr.	17,3	6,4	—	—	—	—	„				
159	Unregelmässiges Stück einer Cementpflasterplatte, ca. 8 × 6 cm gross, 2,5 cm dick, grau.	„	—	2,77	2	49	tr.	15,1	5,5	—	—	—	—	„				
160	Ebensolches Stück, 12 × 9 cm gross, 2,5 cm dick, grau.	„	—	—	—	49	tr.	18,9	6,8	—	—	—	—	„				
161	Stück eines Treppenbeleges von Cement, Sandstein-Imitation, von 20 × 10 cm Schleiffläche und röthlicher Farbe.	„	—	1,97	2	49	tr.	36,2	18,4	—	—	—	—	„				
162	Zwei Stücke einer Treppenstufe aus Beton, Mischungsverhältniss 1 : 4, in Würfelform von ca. 14,5 cm Kantenlänge.	„	a	—	—	49	tr.	27,8	14,1	280	—	—	—	An der Oberfläche bedeutend weicher als im Innern. Bruchstücke im Innern ziemlich feucht.				
			b	—	—	49	tr.	30,3	15,4	294	—	—	—	„				
<b>Verschiedene Materialien.</b>																		
a) Asphalt.																		
112 <sup>a</sup>	Pflasterstück von 11 × 11 cm Grösse, 7 cm Dicke, aus Asphalt mit Zusatz von grobem Sand.	—	—	2,40	2	49	tr.	33,1	13,8	—	—	—	—	„				
						50	n.	83,6	34,8	—	—	—	—	„				
112 <sup>b</sup>	Sechseckiges Stückchen von 7 cm Durchmesser, 3 cm Höhe, aus reinem Asphalt.	—	—	2,26	2	49	tr.	13,6	6,0	—	—	—	—	Nur 1 Versuch; das Stück wird zu klein u. bröckelt sich.				
						50	n.	41,1	18,2	—	—	—	—	„				
b) Holz zu Parquetböden.																		
329	Vier Stücke eines neuen Parquetboden-Riemens aus Eichenholz, von 9 × 10 cm Grösse und 2,6 cm Dicke, die nassgeprüften Stücke 24 Stdn. lang im Wasser gelegen, wobei sie 14% Wasser, vom Gewicht des trockenen Holzes gerechnet, aufnahmen.	Parquetbodenfabrik in München.	a	0,65	1	63	tr.	4,3	6,6	—	—	—	—	Quer zu den Fasern geschliffen.				
			b	„	1	63	tr.	4,6	7,1	—	—	—	—	Längs der Fasern geschliffen.				
			c	0,74	1	63	n.	6,9	9,3	—	—	—	—	Quer zu den Fasern geschliffen.				
			d	„	1	63	n.	7,2	9,7	—	—	—	—	Längs der Fasern geschliffen.				

1 Nr. im Verzeichniss des Laboratoriums	2 Material und Probestücke	3 Fundort oder Fabrikant	4 Exemplar	5 spezifisches Gewicht	6 best. nach Methode	7 Abnützung pro 200 Um- drehungen der Scheibe			11 Druckfestigkeit kg pro qcm	12 Bemerkungen	
						8 a. d. Kreis vom Radius cm	9 im trocken. od. nassen Zustand.	10 i. Mittel aus 3 Messung., red. auf 49cm Radius nach Gew. gr nach Vol. ccm			
<b>Verschiedene Materialien.</b>											
b) Holz zu Parquetböden.											
330	Acht Stücke eines alten Parquetboden-Riemens aus Eichenholz, von 8 × 8 cm Grösse, 2,45 cm Dicke; bez. der nassgeprüften Stücke gilt dasselbe wie vorhin.	Parquetbodenfabrik in München.	a	0,77	1	63	tr.	4,5	5,85	—	Quer geschliffen.
			b	»	1	63	tr.	4,5	5,85	—	Längs geschliffen.
			c	»	1	63	tr.	3,8	4,95	—	Diagonal geschliffen.
			d	»	1	63	tr.	4,1	5,3	—	»
			e	0,89	1	63	n.	8,0	9,0	—	Quer geschliffen.
			f	»	1	63	n.	6,2	7,0	—	Längs geschliffen.
			g	»	1	63	n.	5,3	6,0	—	Diagonal geschliffen.
			h	»	1	63	n.	5,7	6,4	—	»
331	Acht Stücke eines neuen Parquetboden-Riemens aus Lärchenholz, von 9,5 × 9,0 cm Grösse, 2,6 cm Dicke, die nassgeprüften Stücke 24 Stdn. im Wasser gelegen, wobei sie 16% Wasser, vom Gewichte des trockenen Holzes gerechnet, aufnahmen.	»	a	0,705	1	63	tr.	6,8	9,7	—	Quer geschliffen.
			b	»	1	63	tr.	6,55	9,3	—	Längs geschliffen.
			c	»	1	63	tr.	5,15	7,3	—	Diagonal geschliffen.
			d	»	1	63	tr.	5,2	7,4	—	»
			e	0,83	1	63	n.	8,2	9,9	—	Quer geschliffen.
			f	»	1	63	n.	10,5	12,6	—	Längs geschliffen.
			g	»	1	63	n.	9,9	11,9	—	Diagonal geschliffen.
			h	»	1	63	n.	9,6	11,6	—	»
c) Messing.											
69 <sup>a</sup>	Ein Stück Messing von 10 × 10 cm Grösse, 2,42 cm Dicke.	—	—	8,22	1	49	tr.	5,1	0,62	—	s. Tabelle III.
70 <sup>a</sup>	Desgl.	—	—	»	1	49	tr.	5,2	0,63	—	
69 <sup>b</sup>	Ein Stück Messing von 5 × 10 cm Grösse, 2,42 cm Dicke.	—	—	»	1	49	tr.	5,8	0,71	—	Quer liegend.
70 <sup>b</sup>	Desgl.	—	—	»	1	49	tr.	6,1	0,74	—	»
69 <sup>c</sup>	Desgl.	—	—	»	1	49	tr.	5,4	0,66	—	Längs liegend.
						49	n.	6,1	0,74		
70 <sup>c</sup>	Desgl.	—	—	»	1	49	tr.	5,5	0,67	—	»
						49	n.	6,1	0,74		
69 <sup>d</sup>	Ein Stück Messing von 5 × 5 cm Grösse, 2,42 cm Dicke.	—	—	»	1	49	tr.	7,0	0,85	—	
70 <sup>d</sup>	Desgl.	—	—	»	1	49	tr.	5,3	0,64	—	





XII. Versuche über die Abnützbarkeit & Druckfestigkeit von Pflaster- u. Schottermaterialien.

Fig. 2.

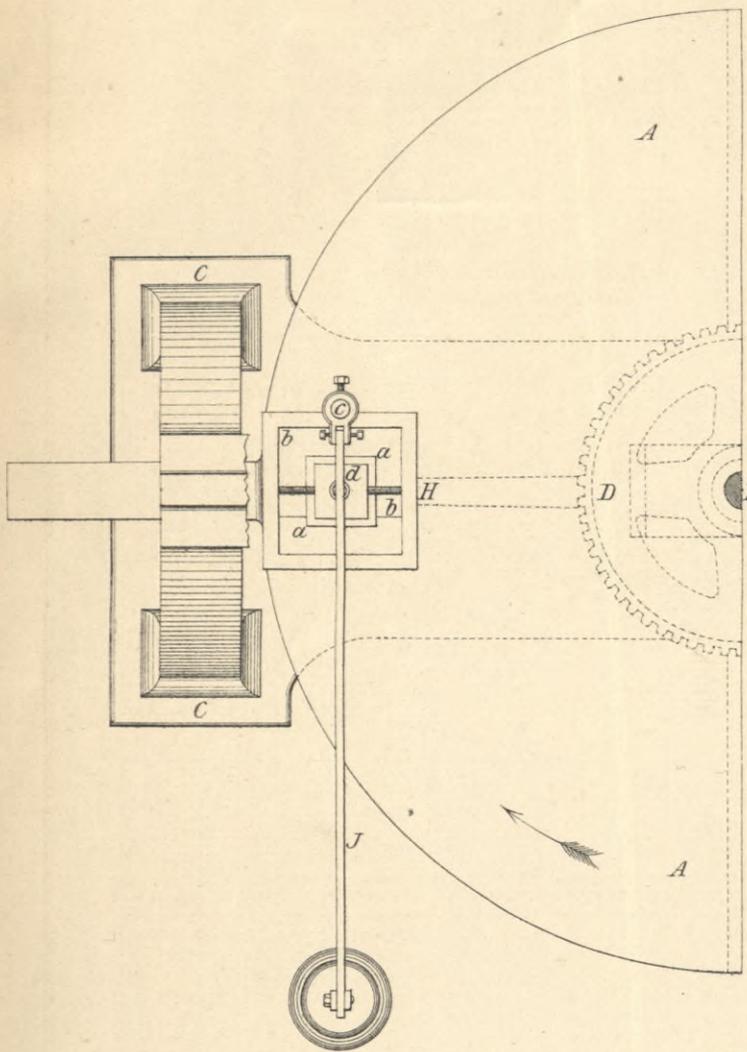


Fig. 3.

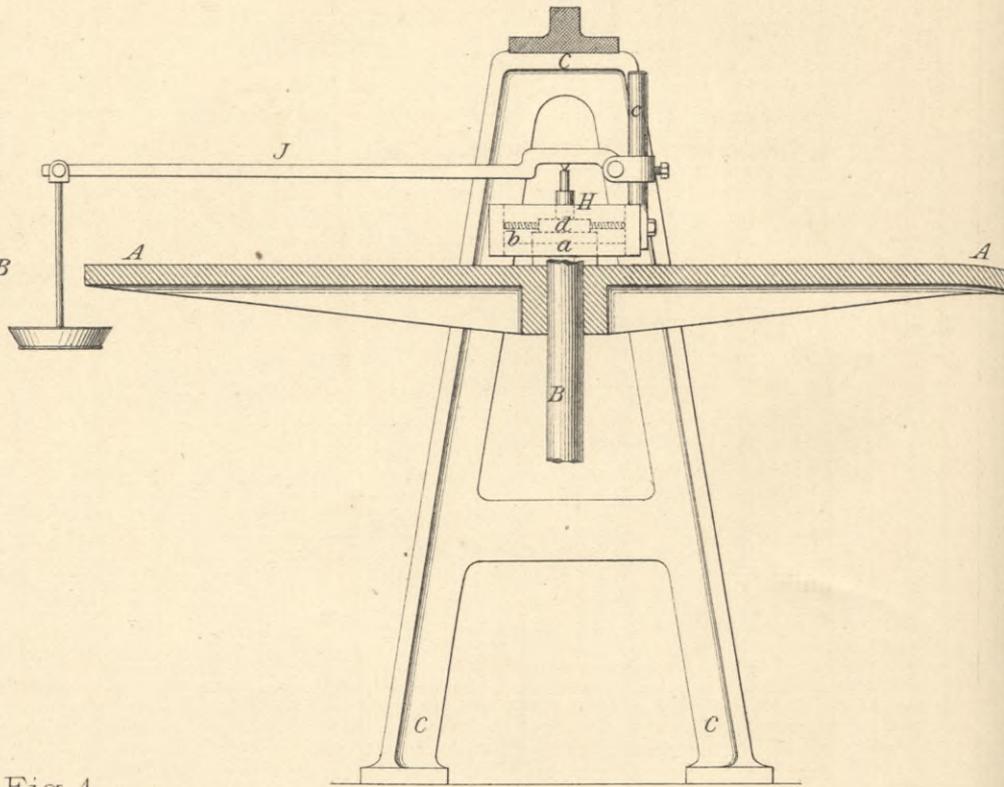
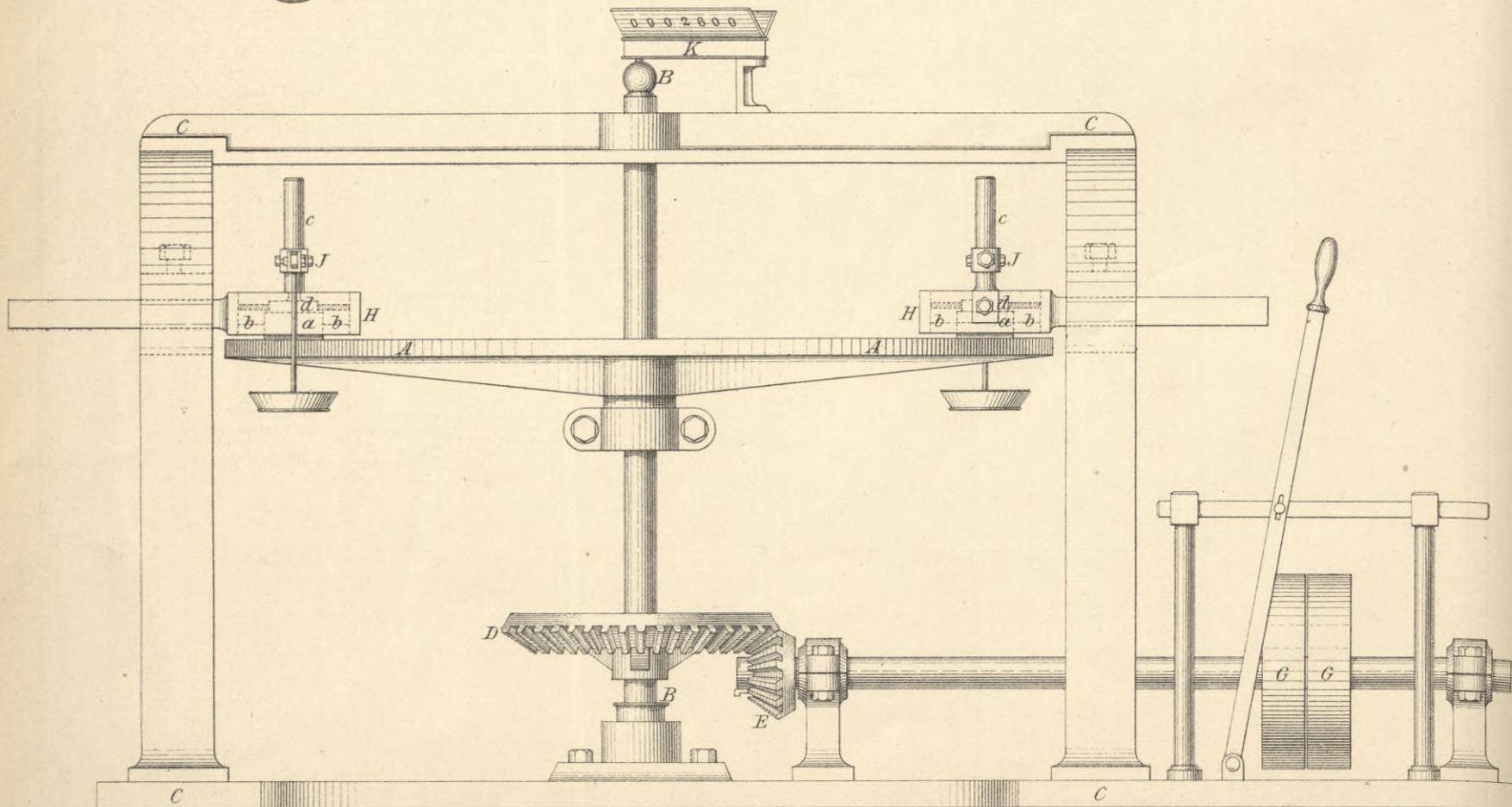


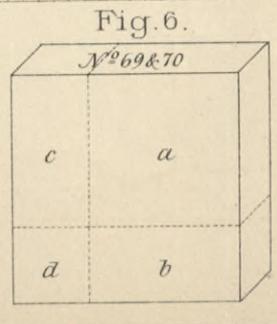
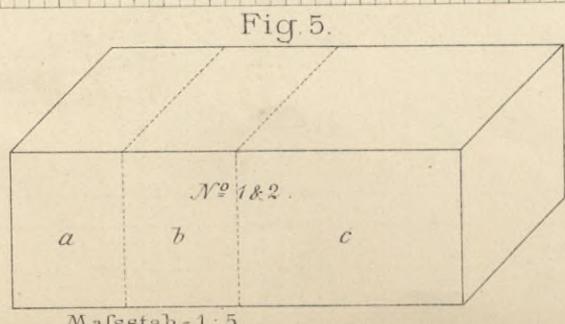
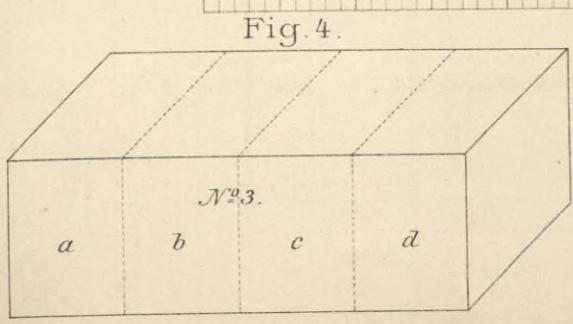
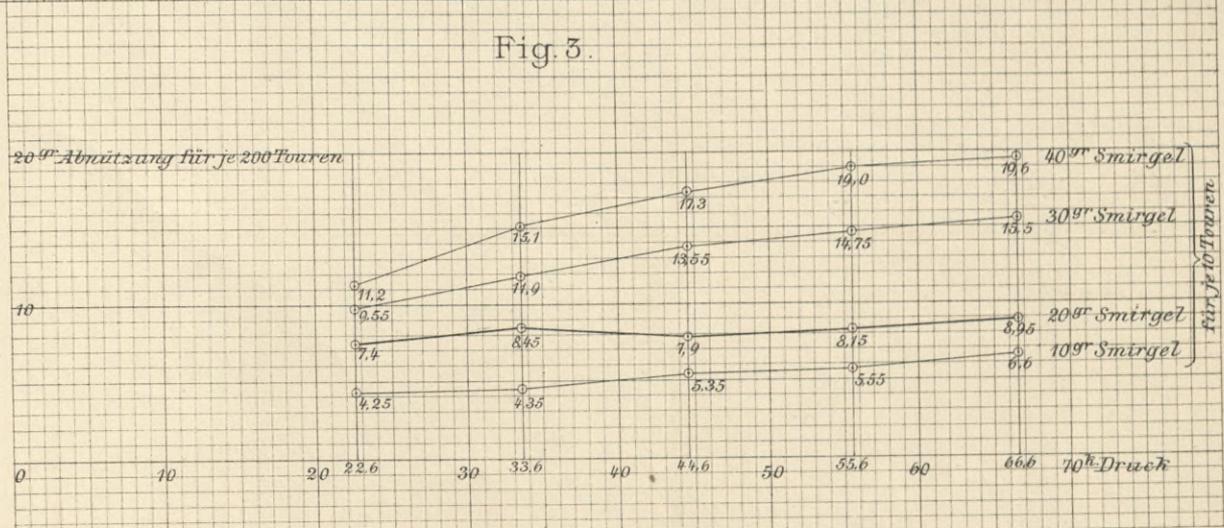
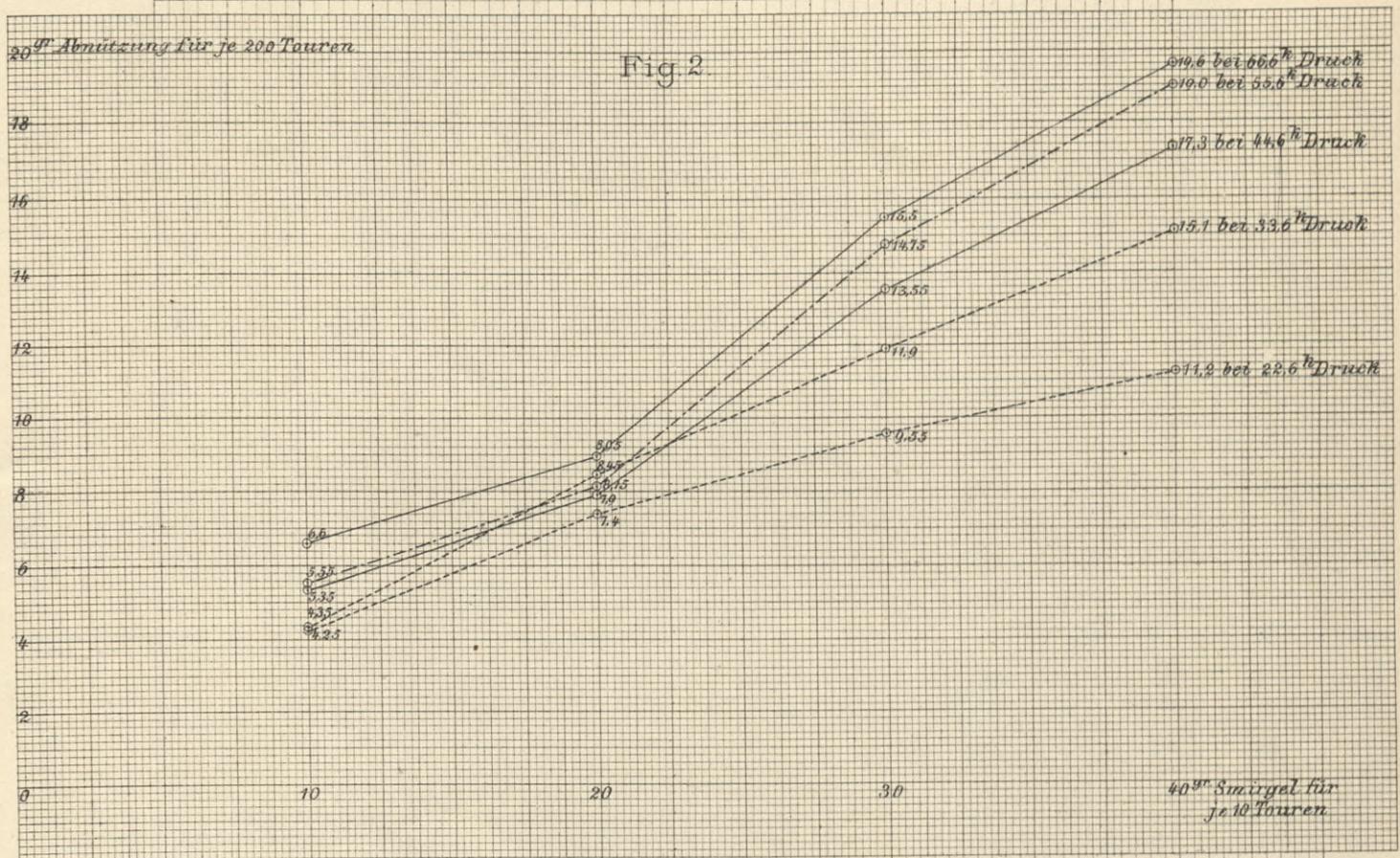
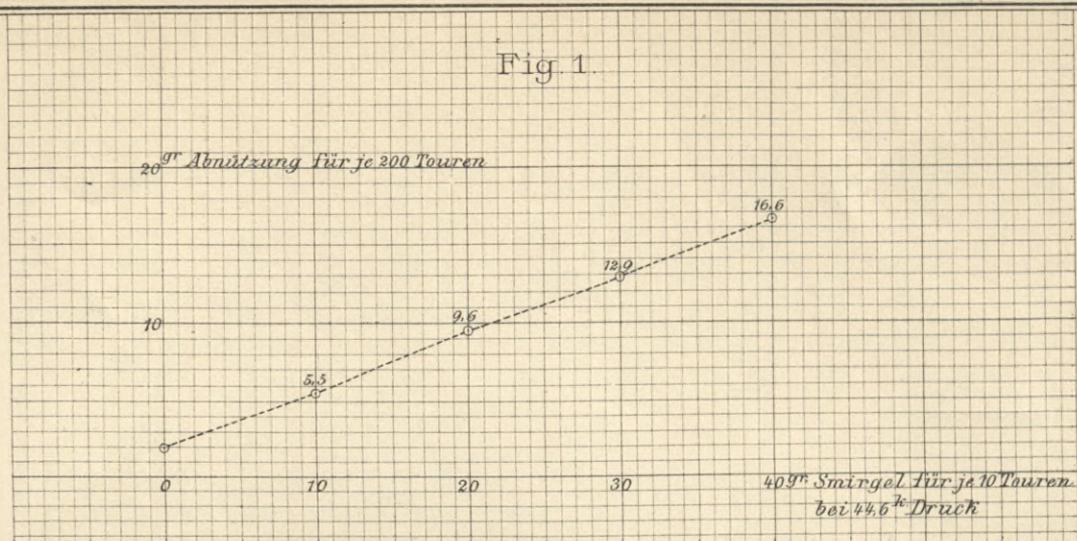
Fig. 1.



10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm.

Mafsstab - 1/12

XII. Versuche über die Abnützbarkeit & Druckfestigkeit von Pflaster- u. Schottermaterialien.



Mafsstab - 1 : 5.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315040

1884

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315041

1885

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315042

1886

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315043

1887

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315044

1888

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315045

1889

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315046

1891

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315047

1892

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300714

1883

Biblioteka PK

**J.X.47**

/ 1883/1892