

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER STRASSEN-KONGRESSE

Generalsekretariat : 1, Avenue d'Iéna, Paris.

III. KONGRESS - LONDON - 1913

1. Abteilung : Bau und Erhaltung.
2. Mitteilung.



VERSUCHE MIT MATERIALIEN
für Schotterstrassen

BERICHT

von

T. E. STANTON und R. G. BATSON
of the National Physical Laboratory.



PARIS
SOCIÉTÉ ANONYME DES IMPRIMERIES OBERTHUR

3, RUE ROSSINI, 3

1913



11-353528

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317637

3 pu-3-184/2018



~~III 19690~~

Versuche mit Materialien für Schotterstrassen.

Bericht über die zur Prüfung von Strassenbaustoffen im Laboratorium des Wegebauamtes zu Teddington aufgestellten Apparate und eine vergleichende Zusammenstellung der mit diesen Apparaten an Gesteinen ganz verschiedener Art erhaltenen Ergebnisse.

Der folgende Bericht enthält eine kurze Beschreibung der verschiedenen Apparate zur Prüfung von Strassenbaustoffen, die in dem Laboratorium des Wegebauamtes zu Teddington aufgestellt sind, und eine Reihe von vergleichenden Zusammenstellungen der mit den verschiedenen Maschinen erzielten Ergebnisse zu dem Zwecke, um so scharf wie möglich die wechselseitige Beziehung der besondern, in den verschiedenen Prüfungen gefundenen Eigenschaften des Gesteines zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke schien es uns ratsam, lediglich die Ergebnisse mitzuteilen, die im Laboratorium des Wegebauamtes erhalten wurden, um die Gefahr zu vermeiden, irrtümliche Schlussfolgerungen zu ziehen, die auf den verschiedenen Prüfungsverfahren der einzelnen Prüfungsinstitute beruhen und denen die amtliche Anerkennung als Normal-Prüfungsapparate fehlt.

A) *Beschreibung der Prüfungen und der Prüfungsapparate.*

A) **Prüfung auf Abnutzung.**

Die für diese Prüfung gebrauchte Maschine ist eine 4-Cylindermaschine vom Deval-Typ, wie sie im Amte für öffentliche Strassen der Vereinigten Staaten gebraucht wird und die seit 1878 in Frankreich zufriedenstellende Ergebnisse geliefert hat. Sie ist dargestellt in Abbildung 1 und besteht im Wesentlichen aus vier Cylindern von $7\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 14 Zoll-Länge, die derartig auf einem Rahmen befestigt sind, dass ihre Achsen unter einem Winkel von 30° zur Drehachse geneigt sind.

Elf Pfund Gestein, möglichst 50 Stück an der Zahl, werden in einen der Cylinder getan, der Deckel wird fest aufgeschraubt und dann die Maschine 10000 Mal mit einer Geschwindigkeit

etke 3685/51

von etwa 30 Umdrehungen in der Minute umgedreht. Die Abmessungen der Steine sollen so sein, dass jeder von ihnen durch einen Ring von $2\frac{1}{2}$ Zoll Weite noch, aber nicht mehr durch einen solchen von 2 Zoll Weite hindurch kann. Nur das abgenutzte Material, das durch ein Sieb von $\frac{1}{16}$ Zoll Maschenweite hindurch kann, wird bei der Bestimmung der Abnutzungsgrösse in Betracht gezogen. Diese Grösse wird ausgedrückt als ein Prozentsatz der benutzten 11 Pfund. Ausserdem wird der französische, allgemeingebräuchliche Koeffizient berechnet. Dieser wird durch die Gleichung bestimmt:

$$\text{Französischer Abnutzungs-Koeffizient} = \frac{40}{\% \text{ der Abnutzung}}$$

Eine nasse Prüfung wird ebenso vorgenommen und zu diesem Zwecke werden 1,1 Gallonen Wasser mit den elf Pfund Steinen eingefüllt. Bei den weitaus meisten Steinarten wurde gefunden, dass die Abnutzung bei nasser Prüfung grösser ist als bei trockener, aber manchmal ist auch das Gegenteil der Fall.

B) Wiederholte Schlag-und Stossprüfungen.

Herrichtung des Probestückes. Das Probestück wird hergestellt in der Form eines Zylinders von 1 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Länge. Ein Stück des Steines wird roh behauen nach den Massen $1\frac{1}{4}$ Zoll \times $1\frac{1}{4}$ Zoll \times 3 Zoll. Es wird auf einer grossen Schmirgelscheibe annähernd zylindrisch geschliffen, und dann in den Schleifklotz einer Schleifmaschine eingespannt, wo es auf einer kleinen Schmirgelscheibe auf genau 1 Zoll Durchmesser abgeschliffen wird. Der Klotz mit dem Stein wird dann zur Diamantsäge (Abbildung I) gebracht, wo das Probestück auf genau 1 Zoll Länge abgeschnitten wird.

Die Prüfungs-Maschine. Die zu dieser Prüfung benutzte Maschine ist bekannt als die Stossmaschine von Page (Abbildung I). Der Schlag wird durch einen 4,4 Pfund schweren Hammer geführt, und wirkt durch einen Kolben, dessen Berührungsfläche mit dem Probestück kugelförmig ist und einen Halbmesser von 0,4 Zoll hat. Der so verabfolgte Schlag kommt den Stössen des Verkehrs sehr nahe, und das kugelförmige Ende hat den weiteren Vorteil, dass man nicht so peinlich darauf zu sehen braucht, dass die beiden Lagerflächen des Probestückes parallel sind; die ganze Belastung wirkt auf einen Punkt der oberen Grundfläche ein. Die Prüfung besteht aus einem Fall des Hammers von 0,4 Zoll bei dem ersten Schlage und einem, um 0,4 Zoll vergrösserten Fall für jeden folgenden Schlag, bis zum Zerfall des Probestückes. Die Zahl der zur Zerstörung des

Probestückes benötigten Schläge wird gebraucht, um die Festigkeit auszudrücken.

Eine mit Stiften versehene, von der Welle angetriebene Kette wird von Rädern getragen, die reihenförmig angeordnete Stifte besitzen und am oberen und unteren Ende des Maschinenrahmens befestigt sind. Die Kette ist mit kleinen Wulsten versehen, die eine vom Hammernde nach innen hervorragende Federriegel-Klemmvorrichtung betätigen. Diese hebt den Hammer, bis er durch eine von einem Kreuzkopfe nach unten vorspringende Stange, gelöst wird. Der Kreuzkopf gleitet, an zwei Stangen, die den unteren mit dem oberen Rahmen verbinden. Der Kreuzkopf wird automatisch um 0,4 Zoll nach jedem Schläge durch eine Leitspindel gehoben, die durch ein Schraubengewinde und ein Schneckenrad betätigt wird, die an derselben Welle sitzen wie das oben genannte Rad mit reihenförmig angeordneten Stiften. Wenn die Leitspindel mit dem Kreuzkopfe ausser Verbindung gesetzt ist, kann letzterer um eine gewünschte Höhe gehoben oder gesenkt werden oder die Prüfung kann mit einer konstanten Fallhöhe ausgeführt werden.

C) Prüfung auf Abschleifung.

Das Probestück wird in gleicher Weise hergerichtet wie das zur Schlag- und Stoss-Prüfung dienende (b); werden beide Prüfungen gefordert, so können gewöhnlich beide Probestücke aus demselben Muster geschnitten werden.

Die gebrauchte Maschine (bisweilen Zähigkeits-Maschine genannt) gehört dem Dorry-Typ (Abbildg. II) an und besteht aus einer runden Gussstahlscheibe, die sich in einer Horizontalebene um eine Vertikalachse dreht. Das Probestück wird mit seiner Achse vertikal gehalten und sein unteres Ende mit einer Kraft von 3,5 Pfund auf den Quadratzoll gegen die Scheibe gepresst. Normal Sand von 30 bis 40 Maschen wird unablässig durch Trichter auf die Scheibe zugeführt, und es ist wichtig, dass ein gleichmässiger und konstanter Ueberschuss des Schleifmaterials zu jedem Probestück zugeführt wird. Nach 1000 Umdrehungen der Schleifscheibe, bei etwa 28 Umdrehungen in der Minute, wird der Gewichtsverlust des Probestückes ermittelt. Die Prüfung wird mit dem umgedrehten Probestück wiederholt, und der aus den beiden Versuchen berechnete mittlere Gewichtsverlust wird zur Bestimmung der Härte verwendet.

$H = 20 - \frac{1}{3} W$, wobei H = Härtezahl und W = Gewichtsverlust in Grammen für 1000 Umdrehungen ist.

D) Prüfung der Bindefähigkeit.

Die bei Prüfung auf den Verkittungs-Wert vorzunehmenden Prozesse sind folgende.

1. Mahlen von grobzerkleinerten Steinen mit Wasser in einer Kugelmühle zu einem steifen Brei.

2. Formen von Briketts aus diesem Brei in einer Form unter Druck, die nach 24 Stunden getrocknet sind.

3. Prüfung eines jeden Briketts durch wiederholte Schläge mit einem kleinen Hammer, und automatisches Messen des Zurückprallens des Hammers nach jedem Schläge.

1. *Kugelmühle* (Abbildg. 1). 1,1 Pfund grobzerkleinerte Steine und 0,02 Gallonen Wasser werden nebst zwei Stahlkugeln jede von 5,1 Zoll Durchmesser, in die Mühle getan. Die Probe wird $2\frac{1}{2}$ Stunden lang gemahlen bei etwa 2000 Umdrehungen der Mühle in der Stunde. Der erzielte Brei ist fertig, um zu Briketts geformt zu werden.

2. *Brikettierungs-Maschine* (Abbildg. 2). Der Brei wird in eine Form gegeben, auf die ein cylindrischer Pfropfen geschraubt ist. Die Form steht mit dem kurzen Arme eines mit einem Gewichte beschwerten Balkens in Verbindung, so dass der Druck auf einen Höchstdruck von 1880 Pfund auf den Quadratzoll eingestellt werden kann. Die Masse der Briketts sind 1 Zoll im Durchmesser und 1 Zoll lang.

3. *Maschinen für wiederholte Stösse*. Nach 20-stündigem Trocknen in der Luft und einem 4-stündigen Trocknen im Heiss-Luftbade von 200° F. lässt man die Briketts in einem Exsikkator 20 Minuten abkühlen und legt sie dann mit ihrer senkrechten Axe auf den Ambos der Maschine. Ein kleinerer Hammer wird durch ein Kammrad betätigt, so dass seine wirksame Fallhöhe immer 0,4 Zoll beträgt, und die Kraft des Schlages auf das Probestück mittels eines in senkrechter Führung wirkenden Kolbens übertragen wird. Dieser Kolben ist auch mit dem Arm einer Feder verbunden, deren anderes Ende einen Schreibstift trägt, der ein auf einer rotierenden Trommel befestigtes Blatt Papier berührt, so dass ein jedes Zurückschnellen des Kolbens nach dem Schläge auf dem Papier angezeigt wird. So erhält man ein Diagramm, das die Anzahl Schläge wiedergibt, nach der kein Zurückschnellen des Kolbens mehr stattfindet, d. h. nach der die Elastizität des Probestückes zerstört ist. Sechs Probestücke werden aus jedem Muster hergestellt, und der Mittelwert daraus wird als Mass für den Verkittungs-Wert des Materials genommen.

E) Spezifisches Gewicht.

Da die spezifischen Gewichte der verschiedenen Steine derselben Sendung oftmals beträchtliche Unterschiede zeigen, werden drei Muster aus jeder Sendung Strassenbaugestein ausgewählt, um ein Durchschnittsergebnis zu erzielen. Die Steine werden in Luft und Wasser gewogen und das spezifische Gewicht berechnet nach der Formel :

$$G = \frac{A}{A-B} \quad \text{worin } G \text{ das spezifische Gewicht,}$$

A das Gewicht in Luft, und
B das Gewicht in Wasser ist.

F) Aufsaugung von Wasser.

Man hat gefunden, dass bei der für diese Prüfung gebräuchlichen Grösse der Steine die Sättigung in etwa drei Tagen vollkommen ist. Bei dem im folgenden beschriebenen Verfahren wird das in 3 Tagen von dem Kubikfuss Material aufgesaugte Gewicht an Wasser durch einen Versuch mit einer kleinen Probe bestimmt.

Ein Stein im Gewicht von etwa 0,13 Pfund wird in der Luft und darauf im Wasser gewogen ; er bleibt 3 Tage lang in Wasser untergetaucht und wird dann wieder im Wasser gewogen.

Wenn A = Gewicht in Luft,

B = Gewicht im Wasser unmittelbar nach dem Eintauchen,

C = Gewicht im Wasser nach dreitägigem Eintauchen ist,

dann ist die Zahl der von dem Kubikfuss Material aufgesaugten

$$\text{Pfund Wasser} = \frac{C-B}{A-B} \times 62,5 \text{ (annähernd).}$$

G) Petrologische Bestimmung.

Diese bezweckt eine Klassifizierung der Steine in Hinsicht auf ihre geologische Bezeichnung und eine Angabe ihrer allgemeinen Zusammensetzung und der Natur ihrer Bestandteile. Sie wird für das Laboratorium des Wegebauamtes am Geologischen Landesamt und Museum zu London in der Termyn Street vorgenommen.

B) Vergleichende Zusammenstellung der mit den verschiedenen Prüfungs-Maschinen erzielten Ergebnisse.

Zu diesem Zwecke ist eine vollständige Prüfungsreihe an einem jeden von 51 Steinmustern, die in ihren petrographischen Eigenschaften ganz verschieden von einander sind, ausgeführt worden. Diese wurden von Herrn J. Allen Howe von der Geologischen Landesanstalt u. Museum in Gruppen eingeteilt.

Jede Prüfungsreihe umfasste :

1. Eine trockene Abnutzungs-Prüfung (Widerstand gegen Abnutzung);
2. Eine feuchte Abnutzungs-Prüfung;
3. Eine Abschleif-Prüfung (Härte-Prüfung);
4. Eine wiederholte Schlag-Prüfung (Festigkeits-Prüfung);
5. Eine Prüfung des Verkittungswertes;
6. Eine Aufsauge-Prüfung.

Die in Klammern beigefügte abweichende Bezeichnung ist die vom öffentlichen Wegebauamte der Vereinigten Staaten angenommene.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in Tabelle 2 wiedergegeben, und die hier mitgeteilten Zahlen sind direkt vergleichbar mit denen, welche in den Tabellen des öffentlichen Bauamts für öffentliche Strassen der Vereinigten Staaten über die in den Jahren 1912 und 1911 erhaltenen Ergebnisse veröffentlicht sind (siehe die Abhandlung der Herren Goldbeck und Jackson über die physikalische Prüfung von Steinen zu Strassenzwecken). Jedoch wurde zum Zweck der vergleichenden Zusammenstellung das graphische Verfahren das in der Figur 1 u. 2 gezeigt ist, angenommen. Hierbei entspricht bei den mechanischen Prüfungen die Höhe des Rechtecks einer gegebenen Steinart, und die Art der Prüfung ist proportional der Zahl, welche den Widerstand des einzelnen Materials gegen den zerstörenden Einfluss der angewandten Prüfungsart darstellen soll (1).

Ausgehend von der Vergleichung dieser 51 Prüfungsreihen müssen folgende Punkte als wichtig vermerkt werden.

1. Die Wichtigkeit einer feuchten Abnutzungs-Prüfung als Zusatz zu der trockenen Abnutzungs-Prüfung. Diese ist beson-

(1) Anmerkung: In Figur 1 entspricht die Grundlinie einem Werte von 10 des Abschleifungskoeffizienten.

ders bemerkenswert bei Sandsteinen und Kalksteinen, bei denen die Resultate der feuchten Abnutzung, obwohl die der trockenen Abnutzung nur mässig hoch sind, ganz entschieden niedrig sind.

2. Der Unterschied im Widerstand gegen eine gegenseitige Abschleifung, wenn die Steine sich miteinander reiben, und im Widerstand gegen Abnutzung unter Verwendung eines Schleifmittels, wie z. B. Sand. Diese wird dargestellt durch den Unterschied in den Ergebnissen der Abnutzungs- und der Abschleif-Prüfung. So ist z. B. bei Nr. 1 und 5 der Widerstand gegen Abschleifung praktisch der gleiche bei jedem Stein, aber der Widerstand gegen Abnutzung ist bei Nr. 1 doppelt so gross als bei Nr. 5. Wiederum ist bei den Beispielen Nr. 48 u. 49 der Widerstand gegen trockene Abnutzung bei Nr. 48 fast zweimal so gross als der von Nr. 49, aber der Widerstand gegen Abschleifung ist praktisch der gleiche.

3. Die Bedeutung der wiederholten Schlag-Prüfung. Beispiele hierfür sieht man in dem bemerkenswert geringen Widerstand gegen Schläge und Stösse bei Muster Nr. 1, 10, 39 u. 42, für welche die Ergebnisse für Abnutzung, Schläge und Stösse und Abschleifung ganz zufriedenstellend sind.

4. Der Wert der Verkittungs-Prüfung tritt grell hervor bei Gruppe F., in der die anderen mechanischen Prüfungen genügend hohe Ergebnisse liefern, während der Verkittungswert gleich Null ist.

Summieren wir, so scheint es nicht, als ob eine der fünf mechanischen Prüfungen entbehrt werden kann, um die Eigenschaft des Materials darzustellen, die für ihr Verhalten als Strassenmaterial wichtig ist, und die durch die anderen Prüfungen nicht bestimmt werden kann.

In Beziehung auf die Vergleichung der in diesen Zeilen wiedergegebenen Resultate mit denen in anderen Prüfungsinstituten erhaltenen, kann noch erwähnt werden, dass die gebrauchten Maschinen die vom Bauamte für öffentliche Strassen in den Vereinigten Staaten anerkannten Normal-Modelle sind. Die Prüfungs-Ergebnisse an gleichem Material sollten daher in zwei Prüfungsanstalten identisch sein und obwohl diese Kontrollprobe nicht gemacht wurde, ergibt sich aus einer Vergleichung der Tabellen in der schon erwähnten Abhandlung der Herren Goldbeck und Jackson mit den hier gegebenen, dass kein Grund zur Annahme des Vorhandenseins bedeutender Unterschiede vorliegt.

T. E. STANTON.

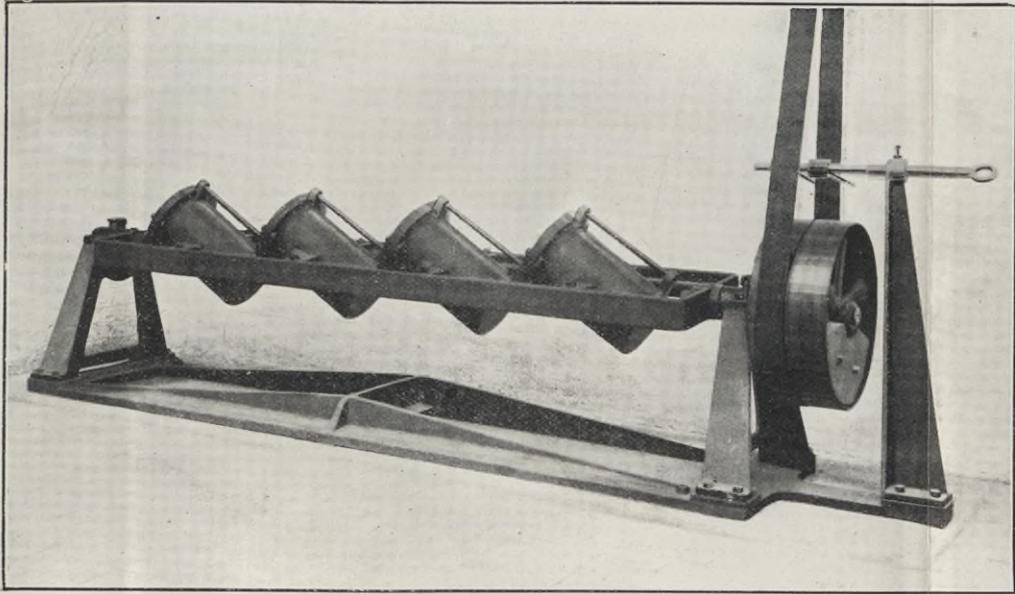
R. G. BATSON.

(Uebersetzer : M. HOFFMANN.)

1	2	3	3a	4	5				6				7	8	9
N°	NAME des Gesteins	Spezielles Gewicht	Gewicht in Pfund auf den Kubikfuß Gestein	Aufsän- gerigk- heit, 1 Pfund (lbs) auf den Kubikfuß Gestein	Abnutzungversuche		Feucht		Französischer		Amerikanischer		Zahl der Schläge bis zur Zerstörung	Verktungswert, Widerstand gegen	Gruppe
					Trocken	Abnutzungs- Koeffizient	Verlust %	Abnutzungs- Koeffizient	Verlust %	Abnutzungs- Koeffizient	Gewichts- Verlust in Gramm	Härte- Koeffizient			
1	Granit.....	2,66	166	0,6	3,30	12,1	4,07	9,8	18,4	4,80	18,4	6	30	A	
2	Quarz-Erstatit-Diorit.....	2,79	174	0,17	2,29	17,5	2,47	16,2	18,6	4,22	18,6	16	24		
3	Hornblendeporphyr.....	3,00	188	0,14	2,74	14,6	3,55	11,2	19,4	5,68	19,4	11	3		
4	Aplit.....	2,68	167	0,15	2,57	15,5	3,76	11,2	18,1	5,68	18,1	12	11		
5	Quarzporphyr.....	2,57	161	3,74	3,62	11,1	6,05	6,6	15,2	14,45	15,2	21	84	B	
6	Orthoklasporphyr.....	2,84	177	46	3,03	13,2	4,87	8,2	17,7	7,90	17,7	11	8		
7	Basalt oder Andesit.....	2,95	184	0,3	2,64	15,2	3,25	12,3	19,0	2,89	19,0	27	18	C	
8	Feldspathbasalt.....	2,71	169	0,07	3,48	11,5	3,71	10,8	8,53	8,53	17,2	22	142		
9	Dolerit.....	2,91	185	0,5	3,22	12,4	5,55	7,2	6,77	7,2	17,7	12	32		
10	Diabas.....	2,78	174	0,05	4,23	9,5	6,36	6,3	11,22	11,22	16,3	5	19		
11	Diabas.....	2,87	179	0,04	2,68	14,9	3,40	11,8	18,6	4,26	18,6	14	20		
12	Diabas.....	2,96	185	0,15	2,57	15,5	4,70	8,5	6,00	6,00	18,0	10	5		
13	Diabas.....	2,95	184	0,04	2,63	15,2	3,43	11,7	7,96	7,96	17,3	22	17		
14	Diabas (zersezt).....	2,83	177	0,45	4,42	9,0	6,83	5,9	9,06	9,06	17,0	10	15		
15	Epidorit.....	2,96	185	0,02	2,66	15,0	3,05	13,1	2,46	19,2	10	1	1		
16	Spilit.....	2,78	174	0,07	3,14	12,7	4,22	9,5	6,43	6,43	17,9	14	10		
17	Verändertes vulkanisches Gestein.....	2,64	165	0,75	2,28	17,5	3,11	12,9	18,1	5,77	18,1	14	31		
18	Verändertes vulkanisches Gestein.....	2,94	184	0,02	3,03	13,2	3,89	10,3	18,8	3,49	18,8	15	20		
19	Veränderter Grünstein.....	3,05	191	0,03	2,35	17,0	2,60	15,4	19,5	1,44	19,5	11	20		
20	Augit.....	3,24	202	0,04	2,43	16,5	4,02	9,9	18,5	4,42	18,5	23	99		
21	Quarzit.....	2,62	164	0,22	3,03	13,2	4,00	8,7	19,2	2,44	19,2	19	11	D	

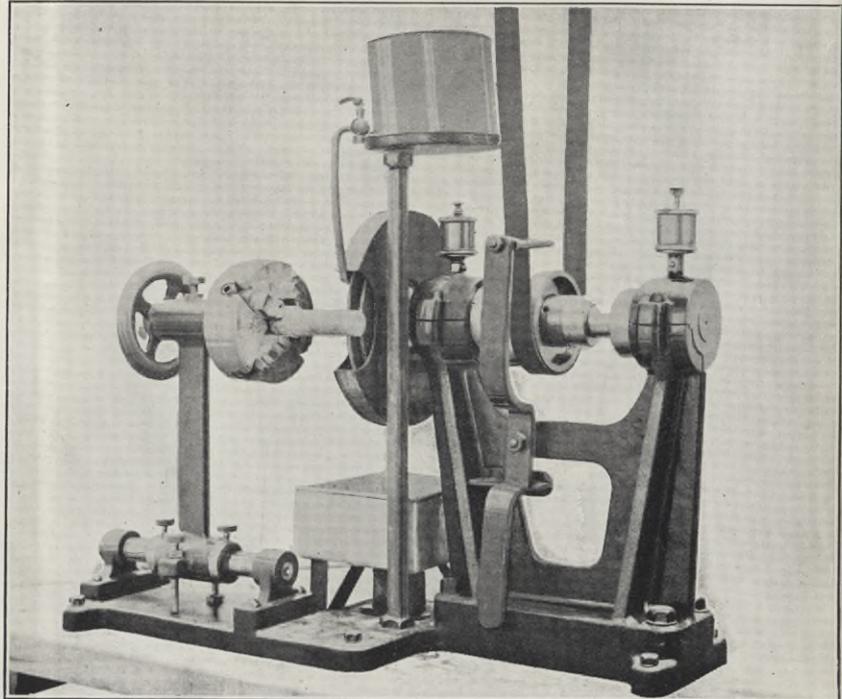
22	Quarzit.....	2,77	173	0,39	3,00	13,3	4,75	8,4	12,82	15,7	15,7	9	19	D
23	Steingriss.....	2,68	167	0,39	2,88	13,9	5,32	7,5	7,74	7,74	17,4	9	3	
24	Steingriss.....	2,73	171	0,57	3,93	10,2	8,16	4,9	11,87	16,0	16,0	7	15	
25	Sandstein.....	2,56	160	2,50	4,49	13,82	2,9	18,32	13,9	18,32	13,9	19	16	
26	Sandstein.....	2,66	166	1,08	4,11	9,7	8,39	4,8	13,12	15,6	15,6	8	14	
27	Sandstein.....	2,66	166	0,31	2,49	16,0	5,50	7,3	5,95	18,0	18,0	14	4	
28	Sandstein.....	2,62	163	0,59	3,59	10,3	7,15	5,6	5,24	18,2	18,2	19	14	
29	Sandstein.....	2,67	167	0,39	2,54	15,7	4,84	8,3	6,88	17,7	17,7	24	5	
30	Sandstein.....	2,67	167	0,37	2,28	17,5	4,98	8,0	4,89	18,4	18,4	23	4	
31	Sandstein.....	2,67	167	0,37	3,31	12,1	6,33	6,3	6,07	18,0	18,0	13	8	
32	Sandstein.....	2,67	167	0,36	3,07	13,0	6,27	6,4	6,58	17,8	17,8	15	8	
33	Sandstein.....	2,67	167	0,31	2,55	15,7	5,43	7,4	4,86	18,4	18,4	12	3	
34	Sandstein.....	2,68	167	0,43	3,65	10,9	6,39	6,3	9,82	16,7	16,7	12	7	
35	Sandstein.....	2,69	168	0,14	2,20	18,2	3,56	11,2	5,32	18,2	18,2	23	7	
36	Sandstein.....	2,69	168	0,67	5,04	7,9	10,37	3,9	14,06	15,3	15,3	10	9	
37	Sandstein.....	2,70	169	1,50	4,86	8,2	8,87	4,5	4,54	18,5	18,5	8	2	
38	Sandstein (verändert)	2,71	169	0,28	3,11	12,9	6,13	6,5	7,27	17,6	17,6	9	6	
39	Verhärterter feiner Tonstein.....	2,67	167	0,07	3,82	12,1	3,31	12,1	57,7	18,1	18,1	3	1	
40	Kalkstein.....	2,71	169	0,18	2,97	13,4	4,57	8,8	1,25	19,6	19,6	8	33	E
41	Kalkstein.....	2,71	169	0,11	4,12	9,7	8,42	4,7	12,07	16,0	16,0	8	24	
42	Kalkstein.....	2,71	169	0,07	3,88	10,3	8,77	4,6	12,81	15,8	15,8	4	12	
43	Kalkstein.....	2,71	169	0,05	5,02	8,0	10,33	3,9	16,88	14,4	14,4	6	31	
44	Kalkstein.....	2,72	170	1,82	7,87	5,1	11,60	3,5	12,63	15,8	15,8	6	33	
45	Kalkstein.....	2,78	174	0,02	3,98	10,0	5,32	7,5	7,40	17,5	17,5	7	32	
46	olomtenkalk.....	2,82	176	0,34	5,13	7,8	6,78	5,9	8,41	17,7	17,7	6	6	
47	F. uerstein.....	2,33	158	0,33	3,94	10,1	2,43	16,5	0,33	19,9	19,9	20	1	F
48	Feuerstein - Hornstein.....	2,47	154	0,38	2,8	16,8	0,96	41,7	0,46	19,8	19,8	16	1	
49	Quarz.....	2,62	157	0,34	5,4	8,8	3,12	1,8	0,25	19,9	19,9	14	1	
50	Quarz.....	2,66	165	0,2	2,79	14,3	4,12	9,7	2,43	19,2	19,2	22	1	
51	Verändertes Sedimentgestein.....	2,98	186	0,04	1,87	21,4	1,03	38,8	0,97	19,7	19,7	14	3	

Oberthür, Rennes—Paris (573-13).



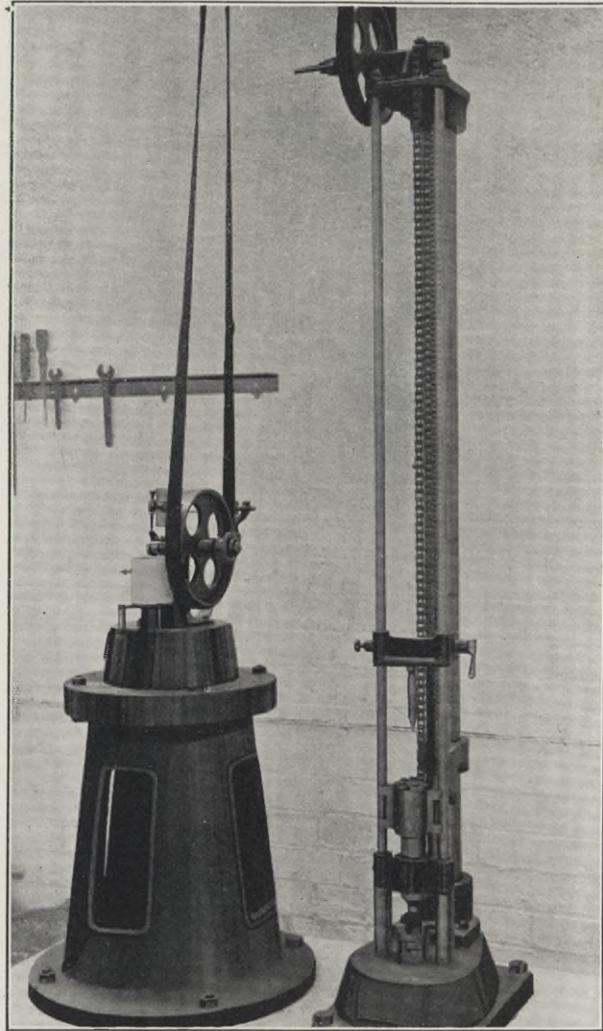
Attrition Machine.
(Deval Type).

— 1 —



Diamond Saw.

— 2 —

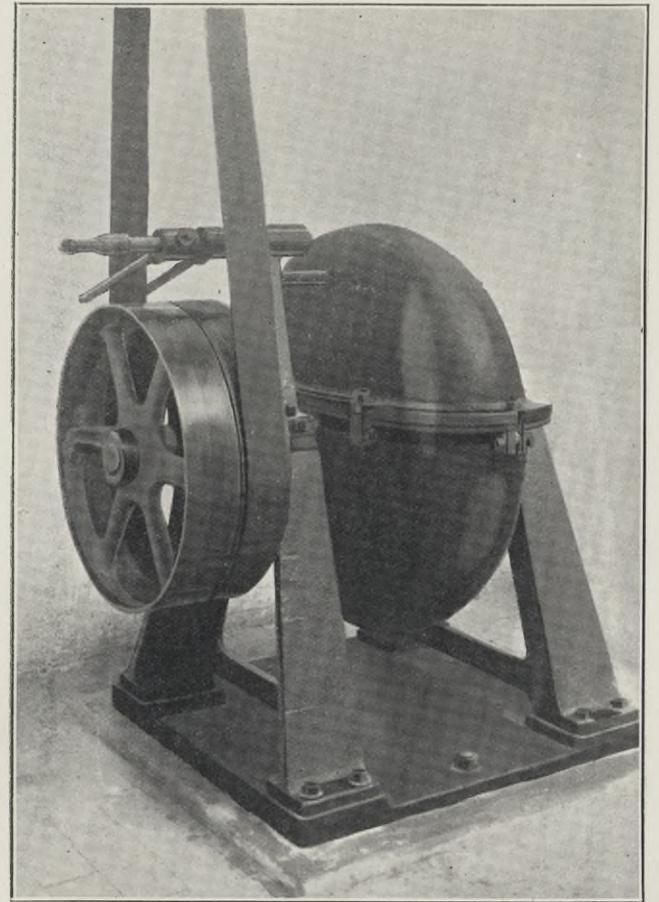


**Repeated Impact
Machine**
for Cementation Tests.

— 3 —

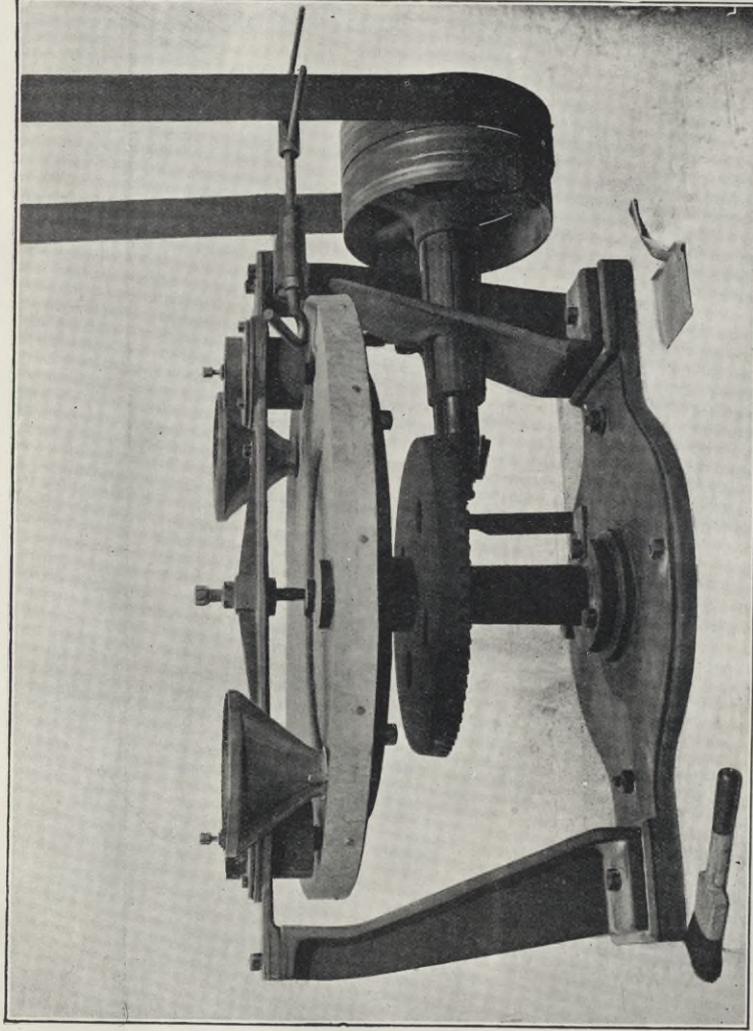
**Page Impact
Machine**
for Toughness Tests.

— 4 —



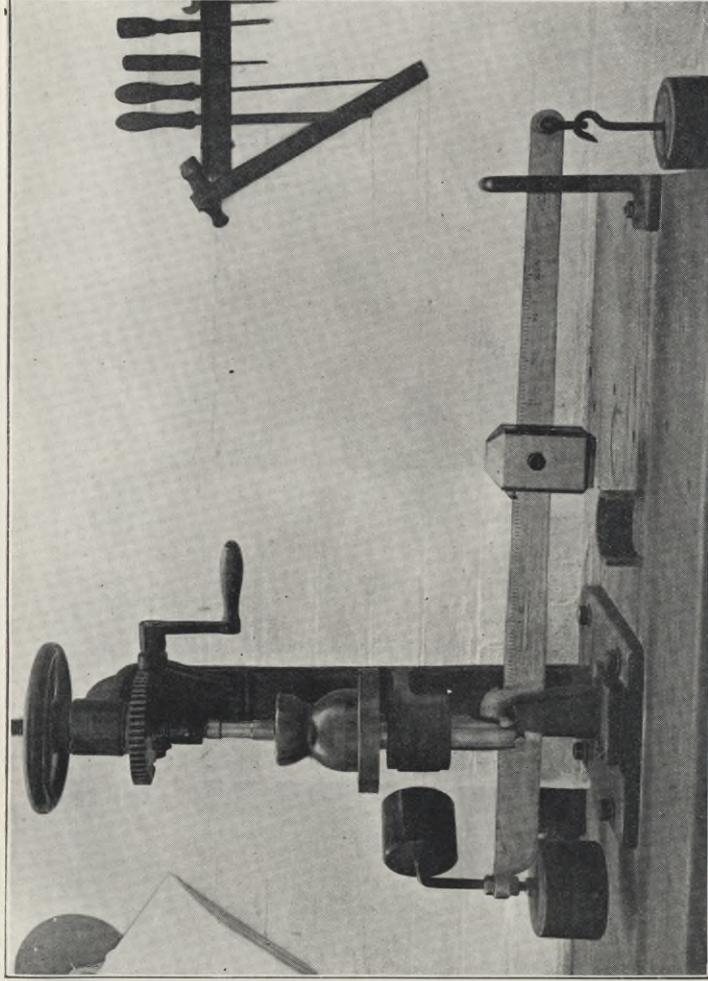
Ball Grinding Mill.

— 5 —



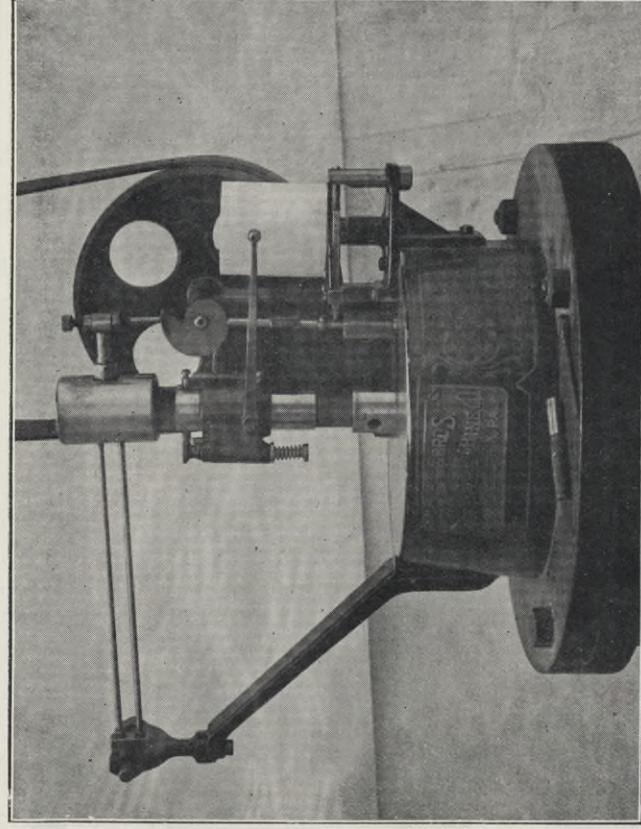
Abrasion Machine.
(Dorry Type).

— 1 —



Briquette Machine.

— 2 —



Repeated Impact Machine
for Cementation Tests.

— 3 —

5
1919



Novoo

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-353528

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317637