

TALLINNA TEHNICAÜLIKOOOLI TOIMETUSED
PUBLICATIONS FROM THE TECHNICAL UNIVERSITY OF ESTONIA
AT TALLINN

Series A № 7

(June 1939)

Zur Frage
der Zerreissfestigkeitsbestimmung
schmiedbarer Eisen-Kohlenstoff-
legierungen mittels
der Schlag-Kugeldruckprobe

VON

O. MADDISON

T A L L I N N

EP 6.7

TALLINNA TEHNICAÜLIKOOJI TOIMETUSED
PUBLICATIONS FROM THE TECHNICAL UNIVERSITY OF ESTONIA
AT TALLINN

Series A № 7

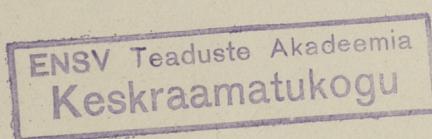
(June 1939)

Zur Frage
der Zerreissfestigkeitsbestimmung
schmiedbarer Eisen-Kohlenstoff-
legierungen mittels
der Schlag-Kugeldruckprobe

VON

O. MADDISON

50
17317



T A L L I N N

*Publications from the Technical University of Estonia at Tallinn,
Series A Nr. 7, June 1939.*

Vorwort.

Wie bekannt, vermag die Brinellsche (statische) Kugeldruckprobe die übliche, mittels verhältnismässig umständlicher Zerreissversuche durchgeföhrte, Bestimmung der Zerreissfestigkeit von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen in genügend befriedigender Weise zu ersetzen.

Eine weitere Vereinfachung der Zerreissfestigkeitsbestimmung schmiedbarer Eisen-Kohlenstofflegierungen lässt sich mit einer für die industrielle Praxis genügenden Genauigkeit durch die sogenannte Schlag-Kugeldruckprobe, unter Verwendung des Schlaghärteprüfers der Poldi-Hütte, erzielen.

Um letzterer Frage nach Kräften näher zu treten und somit beiufig das akut gewordene Bedürfnis einiger staatlicher Behörden und Werke einigermassen zu befriedigen, hat das Festigkeitslaboratorium der Estländischen Technischen Hochschule zu Tallinn (Reval) aus eigener Initiative während der Jahre 1937/38 eine Reihe von Schlag-Kugeldruckversuchen mit verschiedenen, dem Laboratorium als Abteilung der Staatlichen Materialprüfungsanstalt zur Verfügung gestandenen, schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen durchgeföhr, worüber im Folgenden kurz berichtet wird.

Während der Versuche haben mich meine jungen Mitarbeiter, die Herren *Evald Vaino* und *Valfried Veanes*, mit rechnerischer und zeichnerischer Arbeit tatkräftig unterstützt, wofür ich mich hier verpflichtet fühle, ihnen meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

I. Allgemeine Anordnung der Versuche.

1. Aufgabe und Ziel der Versuche. Die Aufgabe und das Ziel der Versuche bestand, gemäss den entstandenen Bedürfnissen einiger staatlicher Behörden und einheimischer Werke, in dem Wunsche, ein möglichst allgemeingültiges Verfahren der Schlag-Kugeldruckprobe, zur Ermittlung der Zerreissfestigkeit von schmiedbaren Eisenkohlenstofflegierungen, unter Benutzung von Vergleichsstäben mit weitabgestufter Zerreissfestigkeit, abzuleiten.

2. Das für die Versuche verwendete Material. Wie schon erwähnt, ist für die Versuche das dem Festigkeitslaboratorium, als Abteilung der Staatlichen Materialprüfungsanstalt, von den einheimischen Werken und Behörden eingelieferte Material in der Form von schmiedbarem Eisen resp. Stahl, mit einer Zerreissfestigkeit von 32,3 bis 113,6 kg/mm², und von vergütetem (geglühtem) Stahlguss, mit einer Zerreissfestigkeit von 50 bis 75 kg/mm², verwendet worden.

Die für alle Eisen- resp. Stahlsorten mittels Zerreissproben bestimmten Zerreissfestigkeiten sind in den Tabellen 1 bis 7 angeführt.

3. Ausführung der Schlag-Kugeldruckprobe. Zur Ermittlung der Schlag-Kugeleindrücke ist der *Schlag-Härteprüfer der Poldi-Hütte in Wien*¹⁾ (Kugeldurchmesser D = 10 mm) verwendet worden. Die Vergleichsstäbe mit weitfassender Zerreissfestigkeitsabstufung (von 81,2 bis 43,4 kg/mm²) sind in den Werkstätten des Festigkeitslaboratoriums vorzugsweise aus Stahlsorten der Poldi-Hütte angefertigt worden. Zur Herstellung des Vergleichsstabes mit der verhältnismässig geringen Zerreissfestigkeit von 43,4 kg/mm² kam ausnahmsweise der Stahl eines Mannesmann-Rohres zur Verwendung.

¹⁾ D. R. P. Nr. 304832. Wawrziniok, O., Handbuch des Materialprüfungswesens, Berlin, 1923, S. 209.

Die Schlag-Kugeldruckproben sind, der Aufgabe der Versuche entsprechend, mit Vergleichsstäben von sieben folgenden Zerreissfestigkeiten durchgeführt worden:

Vergleichsstäbe.

Nº	1	2	3	4	5	6	7
Zerreissfestigkeit $T_v^{(i)}$ in kg/mm ²	81,2	76,1	73,0	67,8	57,4	54,7	43,4

Als Zerreissfestigkeit eines jeden Vergleichsstabes ist der Mittelwert der Ergebnisse dreier Zerreissproben genommen, wobei die Differenz zwischen den je drei in Frage kommenden Zerreissfestigkeiten 1 kg/mm² nicht überschreiten durfte.

Die durchgeführten Versuche haben u. a. erwiesen, dass zur Erlangung brauchbarer Ergebnisse, insbesondere zur Vermeidung von Unregelmässigkeiten in den sich ergebenden Kugleindrücken, die Durchführung der Schlag-Kugeldruckprobe besondere Aufmerksamkeit im folgenden benötigt:

- der mit dem Vergleichsstab ausgerüstete Härteprüfer muss senkrecht zur vorbereiteten Fläche des zu untersuchenden Stückes stehen;
- der darauffolgende Hammerschlag sei scharf und längs der Achse des Prüfers gerichtet;
- besondere Aufmerksamkeit ist darauf zu wenden, dass der Schlaghärteprüfer nach dem Hammerschlage und dem darauffolgenden Abheben von dem zu prüfenden Stücke nicht wieder zurück schnellt, da widrigenfalls, beim Zurückschnellen des Härteprüfers, die Ränder der Eindrücke verwischt werden können;
- um die Streuung der Ergebnisse in engeren Grenzen zu halten hat man die Stärke des Schläges so zu wählen, dass der Durchmesser der erzielten Kugleindrücke in dem Bereich von 2 bis 3 mm zu liegen

kommt, da bei grösseren Eindruckdurchmessern die Streuung erheblich wächst.

Das Ablesen der Durchmesser der Kugeleindrücke erfolgte mittels eines Brinell-Mikroskops mit einer Ablesungs-genaugigkeit von 0.05 mm und ist jeweils von zwei Personen unabhängig durchgeführt worden.

In Fällen, wo die Ablesungsergebnisse keine völlige Übereinstimmung zeigten, wurden Kontrollablesungen vor-genommen.

Die Messungsergebnisse der Schlag-Kugeleindrücke in den Vergleichsstäben von sieben verschiedenen Zerreissfestigkei-ten und in den untersuchten Stücken sind in den Tabellen 1 bis 7 zusammengefasst.

II. Bearbeitung und Verwertung der Versuchsergebnisse.

1. Grundsätze. Es wurden zunächst, auf Grund der durch Schlagproben erzielten sog. dynamischen Kugeleindrücke in den Vergleichsstäben und den untersuchten Stücken, die Kugelkalottenoberflächen ω'_v und ω'_s bestimmt, wobei ω'_v sich auf die Vergleichsstäben und ω'_s auf die untersuchten Stücke bezieht.

Ferner wurden die dynamischen Verhältniszahlen $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$ er-rechnet und entsprechend den Zerreissfestigkeiten der Ver-gleichsstäbe $T_v^{(i)}$ und der untersuchten Stücke $T_s^{(k)}$ in die Ta-bellen 1 bis 7 eingetragen.

Im Einklang mit den Zerreissfestigkeiten der Vergleichs-stäbe $T_v^{(i)}$ sind in den Diagrammen I bis VII die Zerreissfestig-keiten der untersuchten Stücke $T_s^{(k)}$ entsprechend den dyna-mischen Verhältniszahlen $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$ graphisch aufgetragen.

Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse von grundsätz-licher Bedeutung:

- Bei einer Streuung von rund $\pm 10\%$ darf das Verhältnis der Zerreissfestigkeiten der untersuchten Stücke zu den Verhältniszahlen $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$ als linear angenommen werden.

(In den Diagrammen I bis VII sind die den verwendeten Vergleichsstäben entsprechenden Festigkeitsgeraden fett gezeichnet).

- b) Die Verlängerungen dieser Festigkeitsgeraden schneiden sich annähernd in einem Punkte (s. Diagramm VIII).
- c) Die Tangenten $\operatorname{tg} \varphi_k$ der Neigungswinkel dieser Festigkeitsgeraden stehen im linearen Verhältnis zu den Zerreissfestigkeiten der entsprechenden Vergleichsstäbe $T_v^{(i)}$ (s. Diagramm IX).

2. Aufstellung von Gleichungen zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen.

Methode A. Die drei erwähnten Grundsätze ermöglichen die Aufstellung einer allgemein gültigen Formel zur

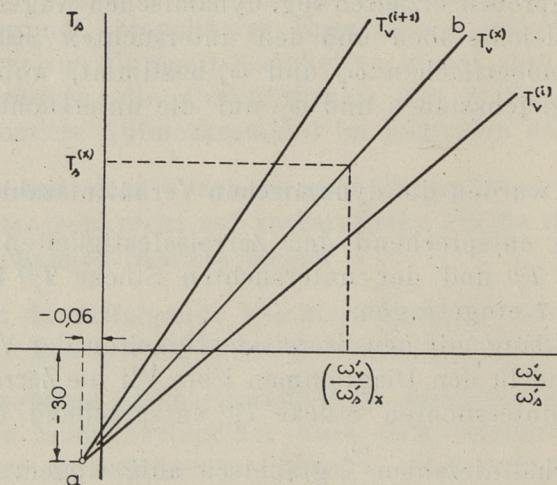


Fig. 1.

Ermittlung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe, unter Verwendung von Vergleichsstäben von nahezu beliebiger Zerreissfestigkeit.

Eine allgemeingültige Gleichung für die in den Abschnitten 1, a und 1, b erwähnten Festigkeitsgeraden lässt sich in folgender Form darstellen (Fig. 1).

Es sei ab die durch die Zerreissfestigkeit $T_v^{(x)}$ eines beliebigen Vergleichsstabes gekennzeichnete Festigkeitsgerade einer schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierung. Die Koordinaten des gemeinsamen Schnittpunktes a aller Festigkeitsgeraden sind (s. Diagramm VIII):

$$\frac{\omega'_v}{\omega'_s} = -0,060$$

$$T = -30 \text{ kg/mm}^2.$$

Auf Grund der Fig. 1 ergibt sich:

$$T_s^{(x)} + 30 = \left(\frac{\omega'_{vx}}{\omega'_{sx}} + 0,060 \right) \operatorname{tg} \varphi_x,$$

woraus sich ergibt

$$T_s^{(x)} = \left(\frac{\omega'_{vx}}{\omega'_{sx}} + 0,060 \right) \operatorname{tg} \varphi_x - 30,$$

oder allgemein

$$T_s = \left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s} + 0,060 \right) \operatorname{tg} \varphi - 30. \quad (1)$$

Das im Abschnitt 1, c erwähnte lineare Verhältnis zwischen den Tangenten der Neigungswinkel der Festigkeitsgeraden und den Zerreissfestigkeiten der entsprechenden Vergleichsstäbe lässt sich analytisch in folgender Weise ausdrücken (Fig. 2):

Ausgehend von Festigkeitsgeraden, die den Vergleichsstäben $T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$ und $T_v^{(7)} = 43,4 \text{ kg/mm}^2$ entsprechen, wo die Neigungswinkel durch

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 104,2$$

$$\operatorname{tg} \varphi_7 = 74,2$$

gegeben sind, findet man aus der Fig. 2 die folgende Beziehung:

$$\frac{T_v^{(x)} - 43,4}{81,2 - 43,4} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_x - 74,2}{104,2 - 74,2}.$$

Letztere ergibt

$$\operatorname{tg} \varphi_x = 0,794 T_v^{(x)} + 39,8,$$

d. h. allgemein

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,794 T_v + 39,8. \quad (2)$$

Nach Eliminierung von $\operatorname{tg} \varphi$ aus den Gleichungen (1) und (2) lässt sich folgende allgemeine Formel für die Ermittlung

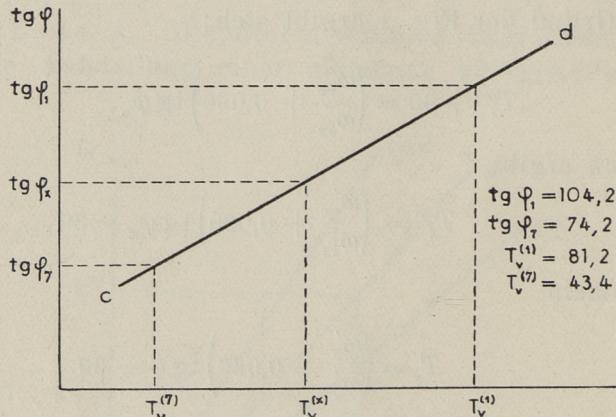


Fig. 2.

lung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe, unter Verwendung von Vergleichsstäben von nahezu beliebiger Zerreissfestigkeit, aufstellen:

$$T_s = (0,794 T_v + 39,80) \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + 0,04764 T_v - 27,61. \quad (3)$$

Auf Grund dieser Formel ergeben sich folgende, den verwendeten Vergleichsstäben entsprechende, Gleichungen der

Festigkeitsgeraden zur Bestimmung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen:

Zerreissfestigkeiten der verwendeten Vergleichsstäbe	Gleichungen zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen in kg/mm ²
$T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$	$T_s^{(1)} = 104,27 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 23,74$
$T_v^{(2)} = 76,1$ "	$T_s^{(2)} = 100,22 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 23,98$
$T_v^{(3)} = 73,0$ "	$T_s^{(3)} = 97,76 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 24,13$
$T_v^{(4)} = 67,8$ "	$T_s^{(4)} = 93,63 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 24,38$
$T_v^{(5)} = 57,4$ "	$T_s^{(5)} = 85,38 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 24,88$
$T_v^{(6)} = 54,7$ "	$T_s^{(6)} = 83,23 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 25,00$
$T_v^{(7)} = 43,4$ "	$T_s^{(7)} = 74,26 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 25,54$

Die den verwendeten Vergleichsstäben entsprechenden Festigkeitsgeraden sind in den Diagrammen I bis VIII eingetragen.

3. Grösse der Abweichungen der durch Zerreissproben ermittelten Festigkeiten der geprüften Stücke $T_s^{(k)}$ von den auf Grund der Formel (3) resp. der Formelreihe (4) errechneten Zerreissfestigkeiten T_s .

Wie aus den Tabellen 1 bis 7 zu ersehen ist, liegen die Abweichungen der bei den Zerreissversuchen gemessenen Zerreissfestigkeiten von den auf Grund der Formel (3) resp. der Formelreihe (4) errechneten Festigkeiten für einzelne Stücke im allgemeinen in den Grenzen von $\pm 10\%$.

Es sei jedoch hierbei bemerkt, dass während der Durchführung der Versuche auch Abweichungen bis zu 20% verzeichnet worden sind. Jedoch trat diese Erscheinung nur ganz vereinzelt auf, weswegen solche Ergebnisse in die Tabellen 1 bis 7 und in die Diagramme I bis VII nicht eingetragen sind. Die mittleren Abweichungen sind bedeutend geringer, wie dieses aus der Zusammenstellung 1 deutlich hervorgeht.

Z u s a m m e n s t e l l u n g 1.

Zerreissfestigkeiten der verwendeten Vergleichsstäbe $T_v^{(i)}$	Abweichungen der gemessenen Zerreissfestigkeiten von den auf Grund der Formel (3) resp. Formelreihe (4) errechneten Festigkeiten						
	Die Daten sind folgenden Tabel- len entnommen	Mittlere Ge- samtabwei- chung in %		Mittlere Ab- weichung in einem Bereiche in %		Grösste Ab- weichung in einem Bereiche in %	
		+	-	+	--	+	-
$T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$.	1	—	1,97	2,51	4,50	12,9	10,4
$T_v^{(2)} = 76,1$ " .	2	—	0,84	3,22	3,96	7,8	12,6
$T_v^{(3)} = 73,0$ " .	3	0,62	—	4,51	3,49	12,1	9,9
$T_v^{(4)} = 67,8$ " .	4	1,20	—	3,94	4,12	13,4	12,6
$T_v^{(5)} = 57,4$ " .	5	—	0,77	4,10	4,54	10,8	10,0
$T_v^{(6)} = 54,7$ " .	6	2,74	—	5,73	4,44	12,2	11,8
$T_v^{(7)} = 43,4$ " .	7	—	1,71	3,27	4,58	11,8	11,7

Aus dieser Zusammenstellung geht somit hervor, dass die sogenannte Schlag-Kugeldruckprobe, mit einer für die industrielle Praxis genügenden Genauigkeit, die Ermittlung der Zerreissfestigkeit schmiedbarer Eisen-Kohlenstofflegierungen mittels des Schlaghärteprüfers der Poldi-Hütte, unter Verwendung von Vergleichsstäben von nahezu beliebiger Zerreissfestigkeit, durchaus ermöglicht.

Die Ermittlung der Zerreissfestigkeiten kann entweder auf Grund der Formel (3), oder auf Grund des den verwendeten Vergleichsstäben entsprechenden Festigkeitsgeradenbüschels (s. Diagramm VIII) durchgeführt werden.

Zur Erläuterung der geschilderten Methode sei als Beispiel die Durchführung der dem Festigkeitslaboratorium der Technischen Hochschule zu Tallinn gestellten Aufgabe, der Zerreissfestigkeitskontrolle der Tragwellen des Klappteiles (System-Strauss) der Pärnu-Brücke in Estland, hier kurz besprochen.

Die Zerreissfestigkeit des Wellenmaterials war, nach Angaben der mit der Lieferung des Klappteiles der genannten Brücke beauftragten Werkes, auf Grund von Zerreissproben ermittelt worden und betrug $52,5 \text{ kg/mm}^2$.

Zur Durchführung der Zerreissfestigkeitskontrolle des Stahles der bereits angefertigten und zum Teil schon eingesetzten Wellen bediente sich das Festigkeitslaboratorium des Schlaghärteprüfers der Poldi-Hütte, unter Verwendung zweier Vergleichsstäbe von der Zerreissfestigkeit $T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$ und $T_v^{(2)} = 73,0 \text{ kg/mm}^2$. Die Ergebnisse der Kontrollversuche sind in der Zusammenstellung 2 gebracht.

Zusammenstellung 2.

Nummer der geprüften Wellen	Zerreissfestigkeiten der verwendeten Vergleichsstäbe in kg/mm^2	Mittlerer aus je 16 Eindrücken errechneter Eindruckdurchmesser in mm		Dynamische Verhältniszahl ω_v / ω_s	Auf Grund der Formel (3) errechnete Zerreissfestigkeit in kg/mm^2	Abweichungen der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeiten von den auf Grund von Zerreissproben ermittelten Zerreissfestigkeiten in %	
		im Vergleichsstabe	in der Welle			+	-
1	81,2	3.10	3.55	0,756	55,1	5,0	—
2	81,2	3.10	3.55	0,756	55,1	5,0	—
3	81,2	2.65	3.10	0,726	52,0	—	1,0
4	81,2	2.50	2.90	0,739	53,3	1,5	—
1	73,0	—	—	—	—	—	—
2	73,0	3.10	3.45	0,802	54,3	3,4	—
3	73,0	2.75	3.10	0,783	52,4	—	0,2
4	73,0	2.60	2.95	0,775	51,6	—	1,7

Wie aus der angeführten Zusammenstellung 2 zu ersehen ist, betragen die Abweichungen der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeiten von der auf Grund von Zerreissversuchen ermittelten Zerreissfestigkeit höchstens 5%.

Sie sind dabei relativ gross in denjenigen Fällen, wo die Kugelindruckdurchmesser den Wert 3,0 mm überschreiten. So betragen die Abweichungen beispielsweise 3,4 bis 5,0% bei Kugelindruckdurchmessern von 3,10 bis 3,55 mm, während bei Kugelindruckdurchmessern von 2,50 bis 2,95 mm die Abweichungen sehr gering waren und nur 0,2 bis 1,7% betragen. Dieses Ergebnis ist vollständig im Einklang mit den auf Seite 6 gebrachten Anweisungen zur Durchführung von Schlag-Kugeldruckproben.

4. Weitere Methoden zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten.

Die Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen lassen sich mittels der Schlag-Kugeldruckprobe noch auf Grund folgender Gedankengänge bestimmen.

Methode B. Wie bekannt, ermöglicht die Brinellsche (statische) Kugeldruckprobe die Ermittlung der Zerreissfestigkeit T einer schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierung auf Grund der Formel:

$$T = \alpha H + \beta = \alpha \frac{P}{\omega} + \beta,$$

wo α und β empirische Konstanten darstellen, die nach P. W. Döhmer²⁾ folgende Zahlenwerte besitzen:

$$\alpha = 0,35$$

$$\beta = 2 \text{ kg/mm}^2.$$

P , ω und H bedeuten entsprechend die Drucklast, die statische Kugeldruckkalottenoberfläche und die statische Härtezahl. Die Anwendung dieser Formel für den Vergleichsstab und das zu prüfende Stück ergibt bei ein und derselben statischen Drucklast P folgende Zerreissfestigkeiten:

$$T_v = \alpha \frac{P}{\omega_v} + \beta$$

$$T_s = \alpha \cdot \frac{P}{\omega_s} + \beta.$$

Hieraus folgt nach Elimination von α P :

$$T_s = (T_v - \beta) \cdot \frac{\omega_v}{\omega_s} + \beta. \quad (5)$$

²⁾ P. W. Döhmer, Die Brinellsche Kugeldruckprobe, Berlin, 1925, S. 47.

Hierin bedeutet:

T_v ... die Zerreissfestigkeit des Vergleichsstabes in kg/mm^2 ,

T_s ... die Zerreissfestigkeit des zu prüfenden Stückes in kg/mm^2 .

ω_v ... die statische Kugelkalottenoberfläche im Vergleichsstabe,

ω_s ... die entsprechende Kalottenoberfläche in dem zu prüfenden Stücke.

Die Formel (5) ergibt nach Einsetzung von $\beta = 2 \text{ kg/mm}^2$:

$$T_s = (T_v - 2) \cdot \frac{\omega_v}{\omega_s} + 2. \quad (5 \text{ bis})$$

Während der Durchführung der Versuche hat es sich erwiesen, dass das Verhältnis der statischen Kugelkalottenoberflächen im Vergleichsstabe und in dem zu prüfenden Stücke, kurz die statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ genannt, nicht dem Verhältnis der entsprechenden dynamischen durch Schlag erzeugten Eindruckflächen oder, kurz genannt, der dynamischen Verhältniszahl $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$ gleich ist, sondern im Falle $T_v > T_s$ einen geringeren Wert aufweist, d. h.

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} < \frac{\omega'_v}{\omega'_s},$$

im Falle $T_v < T_s$ dagegen einen grösseren Wert besitzt, d. h.

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} > \frac{\omega'_v}{\omega'_s}.$$

Diese Erscheinung ist damit zu erklären, dass die Druckwirkung während des Schlagvorganges zu kurze Zeit andauert um in der weicheren, eine geringere Zerreissfestigkeit aufweisenden Legierung, eine dem Verhältnis zum härteren Stoffe entsprechende Eindrucktiefe zu erzielen.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Einführung eines Reduktionskoeffizienten $\frac{1}{\gamma}$ für den Kugeleindruck im weicheren Stoffe um die Verhältniszahlen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ und $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$ gleichwertig zu gestalten.

Somit ist

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} = \frac{\omega'_v}{\frac{1}{\gamma} \cdot \omega'_s} = \frac{\omega'_v}{\omega'_s} \cdot \gamma, \quad (6)$$

also

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\omega_v}{\omega_s}\right)}{\left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s}\right)}. \quad (6 \text{ bis})$$

Nach Einsetzung von $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ aus der Gleichung (6) in die Gleichung (5 bis) ergibt sich singgemäß ein zweiter Ausdruck zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen vermittelst der Schlag-Kugeldruckprobe unter Verwendung des Schlaghärteprüfers der Poldi-Hütte:

$$T_s = (T_v - 2) \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} \cdot \gamma + 2. \quad (7)$$

Der reziproke Wert γ des Reduktionskoeffizienten muss hierbei gegeben sein. Es bietet gewisses Interesse, das Wesen und den Größenwert des Reduktionskoeffizienten zu erläutern.

Ermittlung des reziproken Wertes des Reduktionskoeffizienten. Durch Gleichsetzung von T_s nach Beziehung (3) und (7) ergibt sich folgende Gleichung:

$$(0,794 T_v + 39,80) \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + 0,04764 T_v - 27,61 = (T_v - 2) \frac{\omega'_v}{\omega'_s} \cdot \gamma + 2,$$

woraus nach entsprechenden Umformungen der reziproke Wert des Reduktionskoeffizienten sich in folgender Form ermitteln lässt:

$$\gamma = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s}\right)}, \quad (8)$$

oder

$$\gamma = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2} \cdot \frac{\omega'_s}{\omega'_v}. \quad (8 \text{ bis})$$

Im Falle (8) sind die γ -Werte für jeden gegebenen Vergleichsstab durch eine Hyperbel gekennzeichnet, während im Falle (8 bis) eine Gerade die γ -Werte für jeden Vergleichsstab ergibt.

Für eine Reihe von Vergleichsstäben liefert die Gleichung (8) ein Hyperbelbüschel mit einem gemeinsamen Punkt, dessen Lage durch die Koordinaten

$$\frac{\omega'_v}{\omega'_s} = 0,713$$

$$\gamma = 0,861$$

bestimmt ist.

In dem Diagramm X ist der der Gleichung (8 bis) entsprechende Geradenbüschel der γ -Werte für die sieben, bei den Versuchen verwendeten Vergleichsstäbe, dargestellt.

Die Koordinaten des gemeinsamen Schnittpunktes des Geradenbüschels der γ -Werte sind folgende:

$$\frac{\omega'_s}{\omega'_v} = 1,403$$

$$\gamma = 0,861.$$

Die Gleichungen der Geraden des Geradenbüschels der γ -Werte haben die folgende Gestalt:

Zerreissfestigkeiten der verwendeten Vergleichsstäbe.	Gleichungen der γ -Werte.
$T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$	$\gamma^{(1)} = 1,317 - 0,325 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(2)} = 76,1$ "	$\gamma^{(2)} = 1,352 - 0,351 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(3)} = 73,0$ "	$\gamma^{(3)} = 1,377 - 0,368 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(4)} = 67,8$ "	$\gamma^{(4)} = 1,423 - 0,401 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(5)} = 57,4$ "	$\gamma^{(5)} = 1,541 - 0,485 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(6)} = 54,7$ "	$\gamma^{(6)} = 1,579 - 0,512 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$
$T_v^{(7)} = 43,4$ "	$\gamma^{(7)} = 1,794 - 0,665 \frac{\omega_s'}{\omega_v'}$

Zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten werden zunächst auf Grund der Formel (8 bis), entsprechend den Ergebnissen der Schlag-Kugeldruckprobe, die γ -Werte errechnet.

Die γ -Werte können auch aus dem Diagramm X entnommen werden.

Darauf lassen sich die Zerreissfestigkeiten auf Grund der Formel (7) errechnen.

Methode C zur Ermittlung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen. Zum Ausgangspunkt dieser Methode lässt sich ebenfalls die Gleichung

$$T_s = (T_v - 2) \cdot \frac{\omega_v}{\omega_s} + 2. \quad (5 \text{ bis})$$

wählen, wobei die statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ zunächst zu bestimmen ist. Die Gleichungen (6 bis) und (8) ergeben:

$$\frac{\left(\frac{\omega_v}{\omega_s}\right)}{\left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s}\right)} = \gamma = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s}\right)},$$

woraus sich die statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ als lineare Funktion der dynamischen Verhältniszahl wie folgt ergibt:

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2}. \quad (10)$$

Auf Grund dieser Formel ergeben sich folgende, den verwendeten Vergleichsstäben entsprechende, Gleichungen der Geraden der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte:

Zerreissfestigkeiten der verwendeten Vergleichsstäbe	Gleichungen der statischen γ -Werte
$T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,317 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,325$
$T_v^{(2)} = 76,1$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,353 \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,351$
$T_v^{(3)} = 73,0$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,377 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,368$
$T_v^{(4)} = 67,8$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,423 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,401$
$T_v^{(5)} = 57,4$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,541 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,485$
$T_v^{(6)} = 54,7$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,579 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,512$
$T_v^{(7)} = 43,4$ "	$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 1,794 \frac{\omega'_v}{\omega'_s} - 0,665$

Diese Geraden sind in den Diagrammen XI bis XVII dargestellt und bilden einen Geradenbüschel der $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte (s. Diagramm XVIII) mit einem gemeinsamen Schnittpunkt, dessen Koordinaten folgende sind:

$$\frac{\omega'_v}{\omega'_s} = 0,713$$

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} = 0,614.$$

In den Diagrammen XI bis XVII sind ausserdem die auf Grund der Formel (5 bis) errechneten Werte der statischen Verhältniszahlen

$$\frac{\omega_v}{\omega_s} = \frac{T_s - 2}{T_v - 2}$$

aufgetragen, worin T_v die Zerreissfestigkeit der verwendeten Vergleichsstäbe bedeutet, während T_s die Zerreissfestigkeit der geprüften Stücke darstellt.

Entsprechend der Methode C kann die Ermittelung der Zerreissfestigkeiten der zu prüfenden Stücke in folgender Weise geschehen :

Zunächst werden auf Grund der Formel (10) entsprechend den Ergebnissen der Schlag-Kugeldruckprobe die statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte errechnet.

Die $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte können auch dem Diagramm XVIII entnommen werden.

Hierauf lassen sich die Zerreissfestigkeiten der zu prüfenden Stücke auf Grund der Formel (5 bis) errechnen.

Übersichtliche Zusammenfassung der entwickelten Methoden und Gebrauchsanweisung der entsprechenden Formeln zur Bestimmung der Zerreissfestigkeiten von schmiedbaren Eisen-Kohlenstofflegierungen mittels der Schlag-Kugeldruckprobe, unter Verwendung des Schlaghärteprüfers der Poldi-Hütte.

Methode	Mit Hilfe eines Vergleichsstabes von beliebiger Zerreissfestigkeit T_v ist zu ermitteln	Anweisung für den Gebrauch der entwickelten Formeln und Diagramme
A	$\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$	<p>T_s ist auf Grund der Formel:</p> $T_s = (0,794 T_v + 39,80) \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + 0,04764 T_v - 27,61 \dots \quad (3)$ <p>oder auf Grund des Diagramms VIII zu bestimmen.</p>
B	$\frac{\omega'_s}{\omega'_v} = \frac{1}{\left(\frac{\omega'_v}{\omega'_s}\right)}$	<p>Zunächst sind die γ-Werte auf Grund der Formel:</p> $\gamma = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2} \cdot \frac{\omega'_s}{\omega'_v} \quad (8 \text{ bis})$ <p>oder mit Hilfe des Diagrammes X zu ermitteln.</p> <p>T_s ist darauf auf Grund der Formel:</p> $T_s = (T_v - 2) \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} \cdot \gamma + 2 \dots \quad (7)$ <p>zu bestimmen.</p>
C	$\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$	<p>Zunächst sind die $\frac{\omega'_v}{\omega'_s}$-Werte auf Grund der Formel</p> $\frac{\omega'_v}{\omega'_s} = \frac{0,794 T_v + 39,80}{T_v - 2} \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + \frac{0,04764 T_v - 29,61}{T_v - 2} \dots \quad (10)$ <p>oder mit Hilfe des Diagrammes XVIII zu bestimmen.</p> <p>T_s ist darauf auf Grund der Formel</p> $T_s = (T_v - 2) \cdot \frac{\omega'_v}{\omega'_s} + 2 \dots \quad (5 \text{ bis})$ <p>zu ermitteln.</p>

T a b e l l e n

(1 bis 7).

Tabelle 1.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugeldrucke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %	
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltene dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_r}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessene	errechnet auf Grund der Formel (3)		
A	B	C	D	E	F	G	H	I
3	2,85	3,10	0,842	0,699	57,4	64,1	—	10,4 *)
3a	2,55	2,80	0,827	0,699	57,4	62,5	—	8,2
4	2,90	3,35	0,744	0,636	52,4	53,8	—	2,6
4a	2,90	3,35	0,744	0,636	52,4	53,8	—	2,6
6	2,70	2,80	0,929	0,885	72,1	73,1	—	1,4
6a	2,70	2,75	0,963	0,885	72,1	76,7	—	6,0
7	2,65	3,25	0,659	0,529	43,9	45,0	—	2,4
7a	2,25	2,70	0,690	0,529	43,9	48,2	—	8,9
8	2,40	2,95	0,659	0,511	42,5	45,0	—	5,6
8a	2,10	2,60	0,648	0,511	42,5	43,8	—	3,0
10	2,40	2,70	0,787	0,725	59,4	58,3	1,9	—
10a	2,55	2,85	0,797	0,725	59,4	59,4	0	0
11	2,65	2,70	0,963	0,872	71,1	76,7	—	7,3
11a	2,55	2,60	0,961	0,872	71,1	76,5	—	7,1
12	2,35	2,40	0,958	0,951	77,3	76,2	1,4	—
12a	2,40	2,45	0,959	0,951	77,3	76,3	1,3	—
13	2,35	2,95	0,631	0,486	40,5	42,1	—	3,8
13a	2,45	3,10	0,619	0,486	40,5	40,8	—	0,7
14	2,20	2,60	0,712	0,694	57,0	50,5	12,9 *)	—
14a	2,40	2,75	0,758	0,694	57,0	55,3	3,1	—
14b	2,75	3,15	0,757	0,694	57,0	55,2	3,3	—
15	2,55	2,80	0,827	0,753	61,6	62,5	—	1,4
15a	2,30	2,55	0,811	0,753	61,6	60,8	1,3	—
16	2,25	2,80	0,641	0,467	39,0	43,1	—	9,5
17	2,15	2,85	0,564	0,383	32,3	35,1	—	8,0
17a	2,15	2,85	0,564	0,383	32,3	35,1	—	8,0
18	2,25	2,40	0,877	0,840	68,5	67,7	1,2	—
18a	2,30	2,45	0,879	0,840	68,5	67,9	0,9	—
19	2,25	2,10	1,150	1,125	91,1	96,2	—	5,3
19a	2,25	2,10	1,150	1,125	91,1	96,2	—	5,3
20	2,30	2,15	1,145	1,120	90,7	95,7	—	5,2

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugleindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen			Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)		
20 ^a	2,05	1,90	1,168	1,120	90,7	98,1	—	7,5
21	2,25	1,90	1,407	1,409	113,6	123,0	—	7,6
22	2,60	2,75	0,892	0,777	63,5	69,3	—	8,4
23	3,15	4,10	0,577	0,441	36,9	36,4	1,4	—
24	2,45	3,15	0,598	0,436	36,5	38,6	—	5,4
25	2,60	2,40	1,176	1,174	95,0	98,9	—	4,1
26	2,50	2,80	0,794	0,750	61,4	59,1	3,9	—
28	2,80	3,25	0,737	0,721	59,1	53,1	11,3*)	—
29	2,85	3,15	0,815	0,754	61,7	61,2	0,8	—
30	2,50	3,00	0,691	0,602	49,7	48,3	2,9	—
31	2,80	3,30	0,714	0,622	51,3	50,7	1,2	—
32	2,75	3,30	0,689	0,551	45,6	48,1	—	5,2
33	2,60	3,15	0,675	0,539	44,7	46,6	—	4,1
34	2,65	3,30	0,639	0,477	39,8	42,9	—	7,2
35	2,85	3,15	0,815	0,771	63,1	61,2	3,1	—
36	2,70	3,45	0,605	0,460	38,4	39,3	—	2,3
36 ^a	2,80	3,65	0,580	0,460	38,4	36,7	4,4	—
40	2,90	3,60	0,641	0,479	39,9	43,1	—	8,0
41	2,90	3,40	0,721	0,609	50,2	51,4	—	2,3
41 ^a	2,70	3,15	0,729	0,609	50,2	52,3	—	4,0
42	2,60	3,00	0,748	0,673	55,3	54,3	1,8	—
42 ^a	2,90	3,30	0,767	0,673	55,3	56,2	—	1,6
43	2,60	2,95	0,775	0,688	56,5	57,1	—	1,1
43 ^a	2,50	2,85	0,765	0,688	56,5	56,0	0,9	—
44	2,55	2,95	0,745	0,701	57,5	53,9	6,7	—
44 ^a	2,65	3,05	0,753	0,701	57,5	54,8	4,9	—
45	2,35	2,65	0,783	0,732	60,0	57,9	3,6	—
45 ^a	2,40	2,70	0,787	0,732	60,0	58,3	2,9	—
46	2,40	2,80	0,731	0,630	51,9	52,5	—	1,1
46 ^a	2,45	2,85	0,735	0,630	51,9	52,9	—	1,9
47	2,25	2,65	0,717	0,617	50,9	51,0	—	0,2
47 ^a	2,30	2,70	0,722	0,617	50,9	51,5	—	1,2
48	2,55	3,00	0,719	0,636	52,4	51,2	2,3	—
Mittlere Gesamtabweichung							—	— 1,97
Mittlere Abweichung in einem Bereich							+ 2,51	— 4,50

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 2.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(2)} = 76,1 \text{ kg/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugeldrucke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %		
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessene	errechnet auf Grund der Formel (3)	+	-	
8	2,20	2,70	0,660	0,547	42,5	42,2	0,7	—	
8a	2,30	2,80	0,670	0,547	42,5	43,2	—	1,6	
13	2,40	2,90	0,680	0,520	40,5	44,2	—	8,4	
13a	2,30	2,85	0,646	0,520	40,5	40,8	—	0,7	
14	2,50	2,80	0,794	0,742	57,0	55,6	2,5	—	
14a	2,40	2,60	0,850	0,742	57,0	61,2	—	6,9	
14b	2,30	2,60	0,779	0,742	57,0	54,1	5,4	—	
14c	2,25	2,50	0,807	0,742	57,0	56,9	0,2	—	
15	2,40	2,60	0,850	0,804	61,6	61,2	0,7	—	
15a	2,40	2,60	0,850	0,804	61,6	61,2	0,7	—	
19	2,20	2,00	1,212	1,202	91,1	97,5	—	6,6	
19a	2,25	2,10	1,149	1,202	91,1	91,2	—	0,1	
20	2,45	2,20	1,137	1,197	90,7	90,0	0,8	—	
20a	2,70	2,50	1,169	1,197	90,7	93,2	—	2,7	
26	2,35	2,60	0,814	0,802	61,4	57,6	6,6	—	
26a	2,20	2,40	0,838	0,802	61,4	60,0	2,3	—	
29	2,30	2,50	0,844	0,806	61,7	60,6	1,8	—	
29a	2,35	2,60	0,814	0,806	61,7	57,6	7,1	—	
35	2,30	2,45	0,879	0,825	63,1	64,1	—	1,6	
35a	2,30	2,45	0,879	0,825	63,1	64,1	—	1,6	
38	2,30	2,50	0,844	0,733	56,3	60,6	—	7,1	
39	2,10	2,50	0,702	0,544	42,3	46,4	—	8,8	
39a	2,30	2,70	0,722	0,544	42,3	48,4	—	12,6*)	
41	2,20	2,50	0,772	0,650	50,2	53,4	—	6,0	
41a	2,20	2,50	0,772	0,650	50,2	53,4	—	6,0	
42	2,15	2,40	0,800	0,719	55,3	56,2	—	1,6	
42a	2,30	2,60	0,779	0,719	55,3	54,1	2,2	—	
43	2,30	2,50	0,844	0,735	56,5	60,6	—	6,8	
43a	2,30	2,55	0,811	0,735	56,5	57,3	—	1,4	
43b	2,30	2,55	0,811	0,735	56,5	57,3	—	1,4	
43c	2,70	3,00	0,808	0,735	56,5	57,0	—	0,9	
44	2,30	2,60	0,779	0,749	57,5	54,1	6,3	—	

Tabelle 2 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stücks in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stücks von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %	
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltene dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)		
44a	2,40	2,70	0,787	0,749	57,5	54,9	4,7	—
44b	2,30	2,50	0,844	0,749	57,5	60,6	—	5,1
44c	2,60	2,90	0,800	0,749	57,5	56,2	2,3	—
45	2,35	2,60	0,814	0,783	60,0	57,6	4,2	—
45a	2,50	2,75	0,823	0,783	60,0	58,5	2,6	—
46	2,30	2,60	0,779	0,673	51,9	54,1	—	4,1
46a	2,30	2,60	0,779	0,73	51,9	54,1	—	4,1
47	2,30	2,60	0,779	0,660	50,9	54,1	—	5,9
47a	2,40	2,75	0,758	0,660	50,9	52,0	—	2,1
49	2,30	2,50	0,844	0,794	60,8	60,6	0,3	—
49a	2,20	2,40	0,838	0,794	60,8	60,0	1,3	—
50	2,20	2,30	0,914	0,812	62,2	67,6	—	8,0
50a	2,35	2,50	0,882	0,812	62,2	64,4	—	3,4
50b	2,60	2,80	0,860	0,812	62,2	62,2	0	0
50c	2,65	2,90	0,832	0,812	62,2	59,4	4,7	—
Mittlere Gesamtabweichung						—	— 0,99	
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 2,87	— 3,96	

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 3.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(3)} = 73,0 \text{ kg/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugeldrucke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstab	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltene dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)	
1	3,25	3,30	0,970	0,927	67,8	70,7	—
1a	3,15	3,20	0,968	0,927	67,8	70,5	—
2	2,55	3,00	0,719	0,586	43,6	46,2	—
3	3,25	3,50	0,859	0,780	57,4	59,9	—
3a	3,00	3,20	0,874	0,780	57,4	61,3	—
4	3,10	3,60	0,735	0,710	52,4	47,7	9,8
4a	2,70	3,10	0,754	0,710	52,4	49,9	5,0
5	2,90	3,35	0,744	0,699	51,6	48,6	6,2
5a	2,70	3,15	0,729	0,699	51,6	47,1	9,6
6	3,15	3,20	0,968	0,987	72,1	70,5	2,3
6a	3,20	3,25	0,969	0,987	72,1	70,6	2,1
7	3,10	3,70	0,694	0,590	43,9	43,7	0,5
7a	2,95	3,40	0,745	0,590	43,9	48,7	—
8	2,95	3,50	0,701	0,570	42,5	44,4	—
10	2,85	3,20	0,789	0,808	59,4	53,0	12,1*)
10a	2,85	3,20	0,789	0,808	59,4	53,0	12,1*)
11	2,80	2,85	0,964	0,973	71,1	70,1	1,4
11a	3,10	3,20	0,937	0,973	71,1	67,5	5,3
12	2,95	2,90	1,032	1,061	77,3	76,8	0,6
12a	2,60	2,55	1,041	1,061	77,3	76,6	0,9
13	2,45	3,10	0,619	0,542	40,5	36,4	8,5
14	2,60	2,95	0,775	0,775	57,0	51,6	10,4*)
15	3,00	3,30	0,820	0,839	61,6	56,0	10,0
15a	2,50	2,75	0,823	0,839	61,6	56,3	9,4
16	2,55	3,20	0,629	0,521	39,0	37,4	4,3
16a	2,80	3,45	0,651	0,521	39,0	39,5	—
17	2,70	3,50	0,587	0,427	32,3	33,3	—
17a	2,65	3,45	0,582	0,427	32,3	32,8	—
18	2,50	2,55	0,961	0,937	68,5	69,8	—
18a	2,95	3,00	0,965	0,937	68,5	70,2	—
19	3,00	2,75	1,192	1,255	91,1	92,4	—
19a	2,85	2,60	1,206	1,255	91,1	93,8	—

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %	
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltene dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)		
20	3,05	2,80	1,188	1,249	90,7	92,0	—	1,4
20a	3,00	2,75	1,192	1,249	90,7	92,4	—	1,8
21	2,90	2,40	1,470	1,572	113,6	119,6	—	5,0
22	2,70	2,85	0,895	0,866	63,5	63,4	0,2	—
48	2,80	3,20	0,760	0,710	52,4	50,2	4,4	—
48a	3,10	3,50	0,779	0,710	52,4	52,0	0,7	—
Mittlere Gesamtabweichung						+ 0,62	—	
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 4,51	- 3,49	

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 4.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreißfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes

$$T_v^{(4)} = 67,8 \text{ kg/mm}^2.$$

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugelindrückprobe erhaltene dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (6 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)	
1	2,85	2,85	1,000	1,000	67,8	69,3	2,2
1a	2,55	2,55	1,000	1,000	67,8	69,3	2,2
2	2,70	3,10	0,754	0,632	43,6	46,2	5,6
2a	2,75	3,15	0,757	0,632	43,6	46,5	6,2
3	2,65	2,80	0,894	0,842	57,4	59,3	3,2
3a	2,60	2,75	0,892	0,842	57,4	59,1	2,9
4	2,55	2,85	0,797	0,766	52,4	50,2	4,4
4a	2,70	3,00	0,808	0,766	52,4	51,3	2,1
5	2,50	2,85	0,765	0,754	51,6	47,3	9,1
5a	2,80	3,10	0,812	0,754	51,6	51,7	0,2
6	2,55	2,55	1,000	1,065	72,1	69,3	4,0
6a	2,50	2,50	1,000	1,065	72,1	69,3	4,0
7	2,55	2,90	0,769	0,637	43,9	47,6	—
7a	2,55	2,85	0,797	0,637	43,9	50,2	—
8	2,65	3,15	0,702	0,616	42,5	41,4	2,7
8a	2,60	3,10	0,698	0,616	42,5	41,0	3,7
9	2,70	2,90	0,864	0,888	60,4	56,5	6,9
10	2,65	2,90	0,832	0,872	59,4	53,5	11,0*)
10a	2,65	2,90	0,832	0,872	59,4	53,5	11,0*)
11	2,70	2,65	1,038	1,050	71,1	72,8	—
11a	2,90	2,80	1,075	1,050	71,1	76,3	6,8
12	2,80	2,70	1,077	1,144	77,3	76,5	1,0
12a	2,70	2,60	1,080	1,144	77,3	76,7	0,8
13	2,35	2,90	0,651	0,585	40,5	36,6	10,7*)
14	2,55	2,80	0,827	0,836	57,0	53,1	7,3
14a	2,45	2,70	0,820	0,836	57,0	52,4	8,8
15	2,65	2,80	0,894	0,906	61,6	59,3	3,9
15a	2,70	2,85	0,895	0,906	61,6	59,4	3,7
16	2,80	3,40	0,671	0,562	39,0	38,5	1,3
16a	2,50	3,10	0,645	0,562	39,0	36,0	8,3
17	2,35	2,95	0,631	0,460	32,3	34,7	6,9
17a	2,40	3,00	0,636	0,460	32,3	35,2	8,2

Tabelle 4 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelleindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe		im geprüften Stück		auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$		
	geprüft	Stab	geprüft	Stück	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessen	errechnet auf Grund der Formel (3)
18	2,60	2,65	0,961	1,011	68,5	65,6	4,4
18 ^a	2,65	2,70	0,963	1,011	68,5	65,8	4,1
19	2,60	2,35	1,229	1,354	91,1	90,7	0,4
19 ^a	2,60	2,35	1,229	1,354	91,1	90,7	0,4
20	3,05	2,80	1,188	1,348	90,7	86,9	4,4
20 ^a	2,65	2,45	1,173	1,348	90,7	85,5	6,1
21	3,20	2,60	1,529	1,696	113,6	118,8	—
22	2,80	2,90	0,931	0,935	63,5	62,8	1,1
23	2,35	2,90	0,651	0,530	36,9	36,6	0,8
24	2,35	2,90	0,651	0,524	36,5	36,6	—
25	2,60	2,30	1,284	1,413	95,0	95,8	0,8
30	2,70	3,05	0,782	0,725	49,7	48,8	1,8
32	2,55	3,05	0,696	0,663	45,6	40,8	11,7*)
33	2,55	3,00	0,719	0,649	44,7	42,9	4,2
34	2,95	3,60	0,662	0,574	39,8	37,6	5,8
36	2,95	3,60	0,662	0,553	38,4	37,6	2,1
36 ^a	2,85	3,40	0,696	0,553	38,4	40,8	—
39	3,10	3,80	0,659	0,612	42,3	37,3	13,4*)
40	2,85	3,45	0,676	0,576	39,9	38,9	2,6
41	2,65	3,00	0,778	0,733	50,2	48,5	3,5
41 ^a	2,55	2,95	0,745	0,733	50,2	45,4	10,6*)
43	2,40	2,65	0,817	0,828	56,5	52,1	8,4
Mittlere Gesamtabweichung						+ 1,20	—
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 3,94	— 4,12

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 5.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(5)} = 57,4 \text{ kg/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugelindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl	$\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl	$\frac{\omega_v}{\omega_s}$	
1a	3,00	2,80	1,150	1,188	67,8	73,3	—
2	2,50	2,70	0,855	0,751	43,6	48,1	9,3
2a	2,40	2,60	0,850	0,751	43,6	47,7	8,6
3	2,40	2,40	1,000	1,000	57,4	60,5	5,1
3a	2,50	2,50	1,000	1,000	57,4	60,5	5,1
4	2,55	2,70	0,890	0,908	52,4	51,1	—
4a	2,60	2,75	0,892	0,908	52,4	51,3	—
5	2,40	2,50	0,921	0,895	51,6	53,8	4,1
5a	2,50	2,60	0,923	0,895	51,6	53,9	4,3
6	2,60	2,40	1,176	1,265	72,1	75,5	4,5
6a	2,30	2,10	1,202	1,265	72,1	77,8	7,3
8	2,35	2,60	0,814	0,731	42,5	44,6	4,7
9	2,65	2,65	1,000	1,054	60,4	60,5	0,2
9a	2,50	2,50	1,000	1,054	60,4	60,5	0,2
10	2,40	2,45	0,959	1,036	59,4	57,0	4,2
10a	2,30	2,35	0,957	1,036	59,4	56,8	4,6
11	2,35	2,15	1,197	1,247	71,1	77,3	8,0
11a	2,70	2,50	1,169	1,247	71,1	74,9	5,1
12	2,45	2,25	1,189	1,359	77,3	76,6	0,9
12a	2,60	2,40	1,177	1,359	77,3	75,6	2,2
14	2,50	2,55	0,961	0,993	57,0	57,2	0,3
14a	2,60	2,60	1,000	0,903	57,0	60,5	5,7
14b	3,00	3,15	0,903	0,993	57,0	52,2	9,2
15	2,40	2,40	1,000	1,076	61,6	60,5	1,8
15a	2,55	2,55	1,000	1,076	61,6	60,5	1,8
16	2,40	2,75	0,758	0,668	39,0	39,8	2,0
16a	2,55	2,90	0,769	0,668	39,0	40,8	4,4
17	2,40	2,90	0,680	0,547	32,3	33,2	2,7
17a	2,20	2,60	0,712	0,547	32,3	35,9	10,0
18	2,50	2,40	1,086	1,200	68,5	67,8	1,0
18a	2,15	2,10	1,049	1,200	68,5	64,7	5,9
19	2,55	2,20	1,349	1,608	91,1	90,3	0,9

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugleindrücke in mm	Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestig-keit des geprüf-ten Stückes in kg/mm ²	Abweichung der gemes-senen Zerreissfestigkeit des geprüf-ten Stückes von der auf Grund der Formel (3) erreich-neten Zerreissfestigkeit in %			
	im Vergleichsstabe	im gepräften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhal-tene dynamische Ver-hältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete stati-sche Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)	+	-
19 ^a	2,40	2,05	1,374	1,608	91,1	92,4	—	1,4
20	2,50	2,10	1,424	1,601	90,7	96,7	—	6,2
20 ^a	2,50	2,10	1,424	1,601	90,7	96,7	—	6,2
22	2,50	2,40	1,086	1,110	63,5	67,8	—	6,3
24	2,70	3,10	0,754	0,623	36,5	39,5	—	7,6
25	2,80	2,30	1,493	1,678	95,0	102,6	—	7,4
26	2,80	2,80	1,000	1,072	61,4	60,5	1,5	—
27	2,75	2,75	1,000	1,061	60,8	60,5	0,5	—
28	2,70	2,80	0,929	1,031	59,1	54,4	8,6	—
29	2,75	2,80	0,964	1,078	61,7	57,4	7,5	—
30	2,70	2,90	0,864	0,861	49,7	48,9	1,6	—
32	2,85	3,20	0,787	0,789	45,6	42,5	7,3	—
33	2,95	3,25	0,771	0,817	44,7	44,9	—	0,4
35	3,20	3,10	1,068	1,103	63,1	66,3	—	4,8
36	3,15	3,60	0,760	0,657	38,4	40,0	—	4,0
38	3,30	3,50	0,886	0,980	56,3	50,8	10,8*)	—
39	3,05	3,40	0,797	0,727	42,3	43,2	—	2,1
41	2,30	2,40	0,916	0,870	50,2	53,3	—	5,8
41 ^a	2,35	2,50	0,882	0,870	50,2	53,4	—	6,0
42	2,45	2,60	0,886	0,962	55,3	50,8	8,9	—
42 ^a	2,60	2,70	0,926	0,962	55,3	54,2	2,0	—
43	2,45	2,55	0,922	0,984	56,5	53,8	5,0	—
43 ^a	2,50	2,60	0,923	0,984	56,5	53,9	4,8	—
44	2,40	2,50	0,921	1,002	57,5	53,8	6,9	—
44 ^a	2,40	2,50	0,921	1,002	57,5	53,8	6,9	—
45	2,30	2,30	1,000	1,047	60,0	60,5	—	0,8
45 ^a	2,40	2,40	1,000	1,047	60,0	60,5	—	0,8
46	2,45	2,65	0,852	0,901	51,9	47,9	8,3	—
46 ^a	2,45	2,60	0,886	0,901	51,9	50,8	2,2	—
47	2,30	2,45	0,879	0,883	50,9	50,2	1,4	—
47 ^a	2,50	2,65	0,888	0,883	50,9	50,9	0	0
Mittlere Gesamtabweichung						—	— 0,77	
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 4,10	— 4,54	

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 6.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(6)} = 54,7 \text{ kg/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugeldrucke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %	
	im Vergleichsstab	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)		
7	2,55	2,70	0,890	0,795	43,9	49,1	—	10,6 *)
7a	2,50	2,75	0,823	0,795	43,9	43,5	0,9	—
13	2,45	2,65	0,852	0,731	40,5	45,9	—	11,8 *)
13a	2,50	2,80	0,794	0,731	40,5	41,1	—	1,4
14	2,50	2,60	0,923	1,044	57,0	51,8	10,0	—
14a	2,60	2,70	0,926	1,044	57,0	52,1	9,4	—
14b	2,30	2,40	0,917	1,044	57,0	51,3	11,1 *)	—
14c	2,50	2,60	0,923	1,044	57,0	51,8	10,0	—
15	2,60	2,50	1,084	1,131	61,6	65,2	—	5,5
15a	2,75	2,70	1,039	1,131	61,6	61,5	0,2	—
19	2,70	2,25	1,449	1,691	91,1	95,6	—	4,7
19a	2,75	2,25	1,504	1,691	91,1	100,2	—	9,1
20	2,60	2,20	1,404	1,683	90,7	91,9	—	1,3
20a	2,50	2,10	1,424	1,683	90,7	93,5	—	3,0
26	2,60	2,60	1,000	1,127	61,4	58,2	5,5	—
26a	2,55	2,55	1,000	1,127	61,4	58,2	5,5	—
29	2,50	2,50	1,000	1,133	61,7	58,2	6,0	—
29a	2,55	2,60	0,961	1,133	61,7	55,0	12,2 *)	—
35	2,60	2,60	1,000	1,159	63,1	58,2	8,4	—
35a	2,70	2,70	1,000	1,159	63,1	58,2	8,4	—
38	2,35	2,40	0,958	1,030	56,3	54,7	2,9	—
38a	2,50	2,55	0,961	1,030	56,3	55,0	2,4	—
39	2,65	3,00	0,778	0,765	42,3	39,8	6,3	—
39a	2,70	2,90	0,864	0,765	42,3	46,9	—	9,8
41	2,70	2,80	0,929	0,915	50,2	52,3	—	4,0
41a	2,55	2,65	0,924	0,915	50,2	51,9	—	3,3
42	2,40	2,50	0,921	1,011	55,3	51,7	7,0	—
42a	2,60	2,70	0,926	1,011	55,3	52,1	6,1	—
43	2,50	2,60	0,923	1,034	56,5	51,8	9,1	—
43a	2,70	2,80	0,928	1,034	56,5	52,2	8,2	—
44	2,50	2,60	0,923	1,053	57,5	51,8	11,0 *)	—
44a	2,65	2,70	0,963	1,053	57,5	55,2	4,2	—

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugelindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen dynamische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)	
45	2,45	2,50	0,960	1,101	60,0	54,9	9,3
45a	2,70	2,70	1,000	1,101	60,0	57,2	4,9
46	2,55	2,70	0,890	0,947	51,9	49,1	5,7
47	2,40	2,55	0,885	0,928	50,9	50,2	1,4
47a	2,60	2,70	0,926	0,928	50,9	52,1	—
49	2,65	2,70	0,963	1,116	60,8	55,2	10,2 *)
49a	2,60	2,60	1,000	1,116	60,8	58,2	4,5
50	2,70	2,65	1,038	1,142	62,2	61,4	1,3
Mittlere Gesamtabweichung						+ 2,74	—
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 5,73	— 4,44

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 7.

Zusammenstellung der Ergebnisse der ausgeführten Schlag-Kugeldruckproben nebst Vergleichung der gemessenen und errechneten Zerreissfestigkeiten.

Zerreissfestigkeit des dabei verwendeten Vergleichsstabes
 $T_v^{(7)} = 43,4 \text{ km/mm}^2$.

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugelindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugeldruck-Kalottenflächen		Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemessenen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errechneten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhaltenen statische Verhältniszahl ω_v / ω_s	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete statische Verhältniszahl ω_v / ω_s	gemessene	errechnet auf Grund der Formel (3)	
2	2,75	2,75	1,000	1,005	43,6	48,7	—
2a	2,70	2,70	1,000	1,005	43,6	48,7	—
3	2,85	2,65	1,160	1,338	57,4	60,6	5,3
3a	2,80	2,60	1,163	1,338	57,4	60,8	5,6
4	2,75	2,70	1,038	1,217	52,4	51,5	1,7
4a	2,75	2,70	1,038	1,217	52,4	51,5	1,7
5	2,70	2,60	1,080	1,198	51,6	54,7	5,7
5a	2,85	2,75	1,075	1,198	51,6	54,3	5,0
6	2,70	2,30	1,386	1,693	72,1	77,4	6,8
6a	2,75	2,35	1,378	1,693	72,1	76,8	6,1
8	3,10	3,15	0,967	0,978	42,5	46,3	8,2
8a	3,20	3,30	0,939	0,978	42,5	44,2	3,8
9	2,70	2,60	1,080	1,410	60,4	54,7	10,4 *)
9a	2,65	2,50	1,126	1,410	60,4	58,1	—
10	2,35	2,25	1,092	1,386	59,4	55,6	—
10a	2,60	2,45	1,128	1,386	59,4	58,2	2,1
11	2,20	1,90	1,345	1,669	71,1	74,3	—
11a	2,50	2,20	1,296	1,669	71,1	70,7	0,6
12	2,65	2,25	1,895	1,819	77,3	78,1	—
12a	2,75	2,35	1,378	1,819	77,3	76,8	0,7
13	2,60	2,65	0,962	0,930	40,5	45,9	—
13a	2,65	2,80	0,894	0,930	40,5	40,9	1,0
14	2,50	2,45	1,042	1,329	57,0	51,8	10,0
14a	2,50	2,45	1,042	1,329	57,0	51,8	10,0
15	2,30	2,20	1,094	1,440	61,6	55,7	10,6 *)
15a	2,50	2,40	1,086	1,440	61,6	55,1	11,8 *)
16	2,20	2,35	0,875	0,894	39,0	39,4	—
16a	2,50	2,65	0,888	0,894	39,0	40,4	3,5
17	2,45	2,70	0,821	0,732	32,3	35,4	8,7
17a	2,40	2,65	0,817	0,732	32,3	35,1	8,0
17b	3,10	3,40	0,827	0,732	32,3	35,9	—
17c	2,90	3,30	0,767	0,732	32,3	31,4	10,0

Tabelle 7 (Fortsetzung).

Nummer des geprüften Stückes	Durchmesser der Schlag-Kugleindrücke in mm		Verhältniszahlen der Kugel-eindruck-Kalottenflächen		Zerreissfestig-keit des geprüf-ten Stückes in kg/mm ²		Abweichung der gemes-senen Zerreissfestigkeit des geprüften Stückes von der auf Grund der Formel (3) errech-neten Zerreissfestigkeit in %
	im Vergleichsstabe	im geprüften Stück	auf Grund der Schlag-Kugeldruckprobe erhal-tene dynamische Ver-hältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	auf Grund der Formel (5 bis) errechnete stat-i sche Verhältniszahl $\frac{\omega_v}{\omega_s}$	gemessenen	errechnet auf Grund der Formel (3)	
18	2,40	2,15	1,250	1,606	68,5	67,3	1,8
18a	2,40	2,15	1,250	1,606	68,5	67,3	1,8
19	2,60	2,05	1,617	2,152	91,1	94,5	—
19a	2,65	2,10	1,604	2,152	91,1	93,6	—
20	2,55	2,00	1,635	2,143	90,7	95,9	5,4
20a	2,75	2,20	1,574	2,143	90,7	91,4	0,8
21	2,50	1,80	1,937	2,696	113,6	118,3	4,0
22	2,35	2,10	1,256	1,486	63,5	67,7	6,2
23	2,90	3,10	0,873	0,843	36,9	39,3	6,1
25	3,05	2,30	1,773	2,246	95,0	106,1	10,5 *)
26	2,95	2,75	1,150	1,435	61,4	59,9	2,5
27	2,90	2,70	1,157	1,420	60,8	60,4	0,7
28	2,90	2,70	1,157	1,379	59,1	60,4	2,2
29	2,90	2,65	1,202	1,442	61,7	63,7	3,1
31	3,05	3,10	0,964	1,191	51,3	46,1	11,3 *)
32	2,85	2,90	0,965	1,053	45,6	46,1	—
33	2,90	3,00	0,935	1,031	44,7	43,9	1,8
Mittlere Gesamtabweichung						—	— 1,71
Mittlere Abweichung in einem Bereich						+ 3,27	— 4,58

Anmerkung: die mit *) bezeichneten Daten sind nicht berücksichtigt worden.

ENSV Teaduste Akadeemia
Keskraamatukogu

D i a g r a m m e
(I bis XVIII).

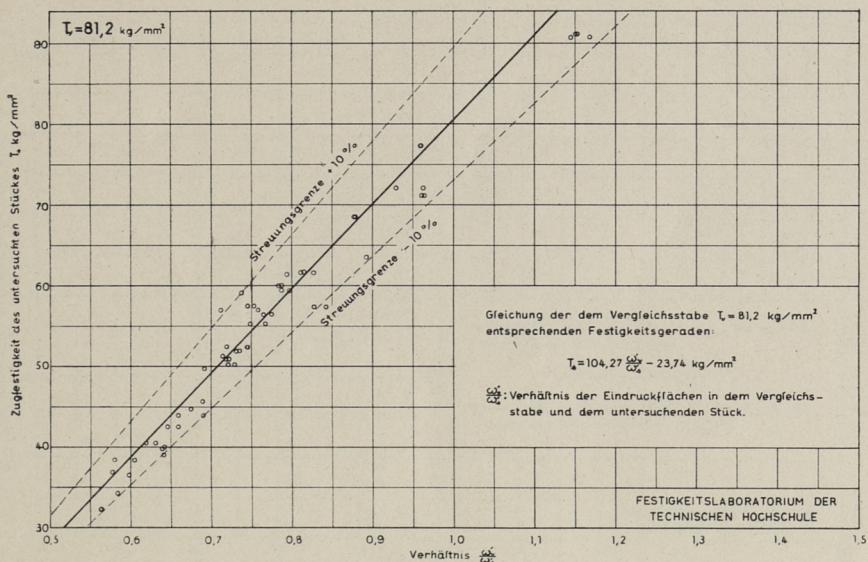


Diagramm I. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

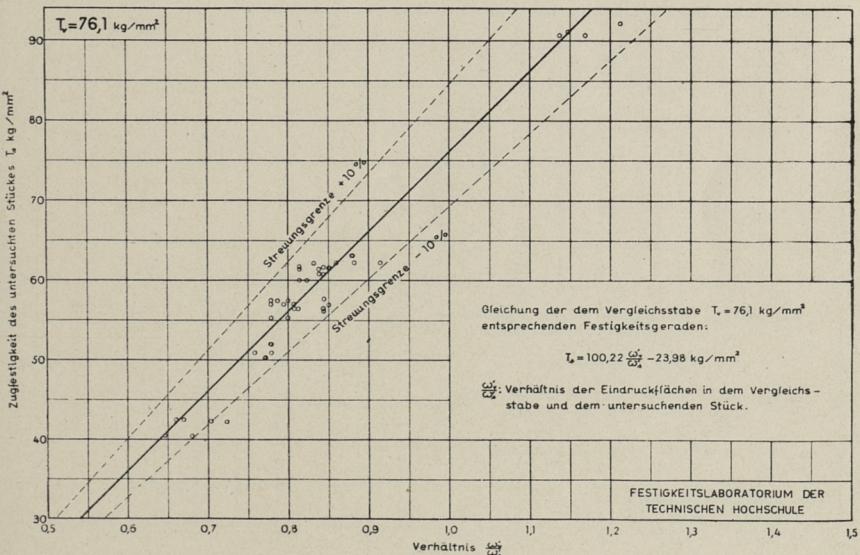


Diagramm II. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(2)} = 76,1 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

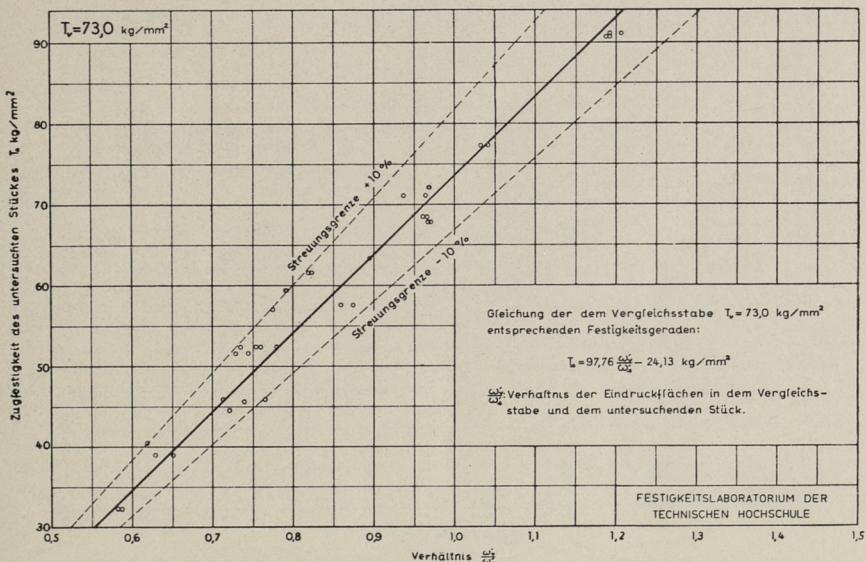


Diagramm III. Dem Vergleichsstabe $T^{(3)} = 73,0 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

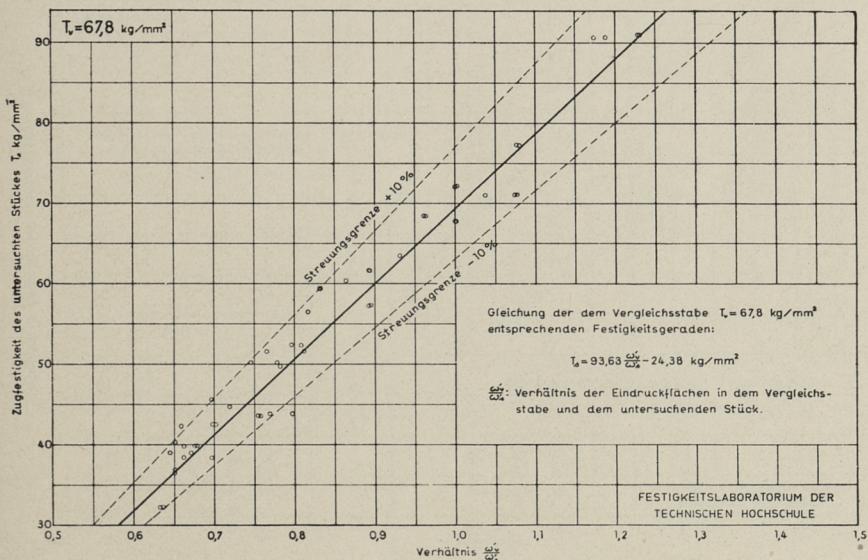


Diagramm IV. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(4)} = 67,8 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

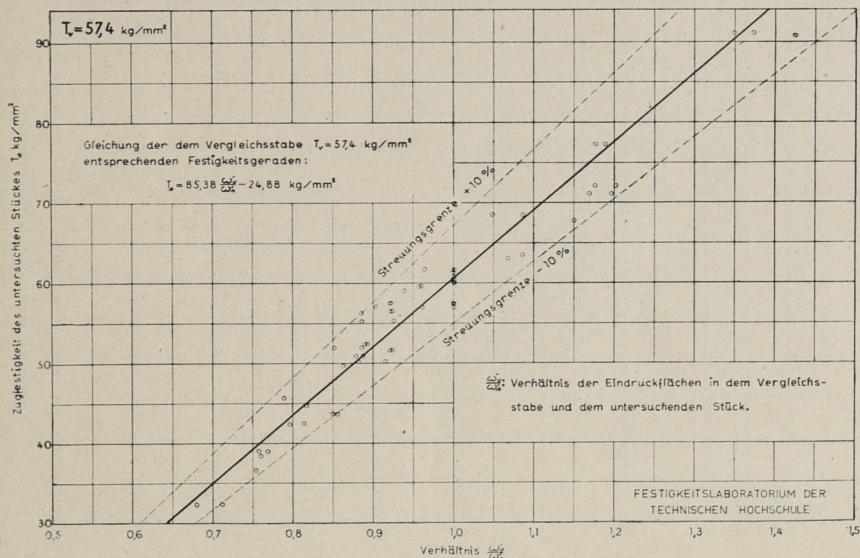


Diagramm V. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(5)} = 57,4 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

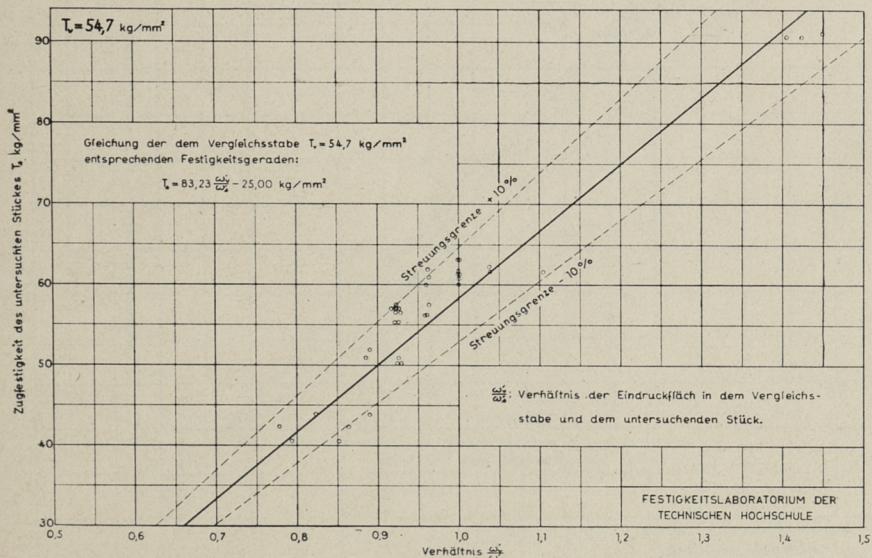


Diagramm VI. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(6)} = 54,7 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.

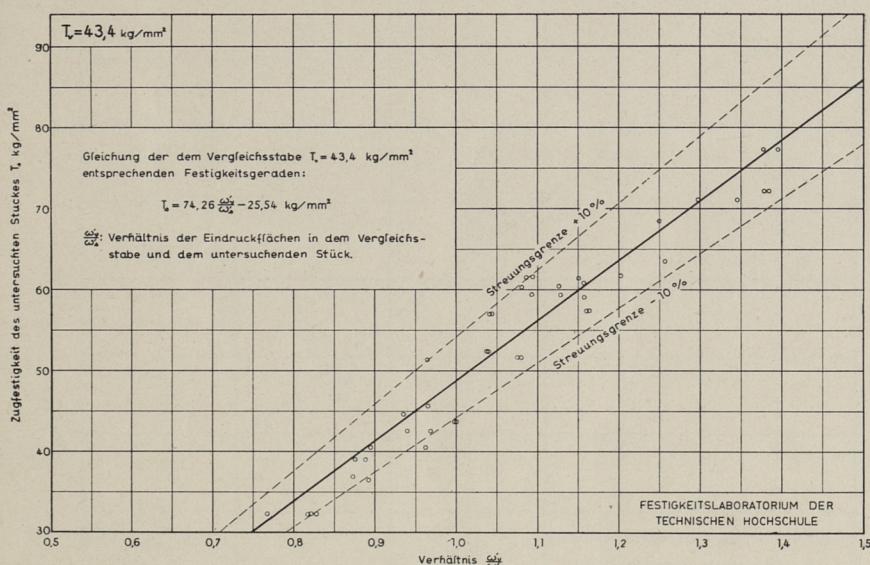
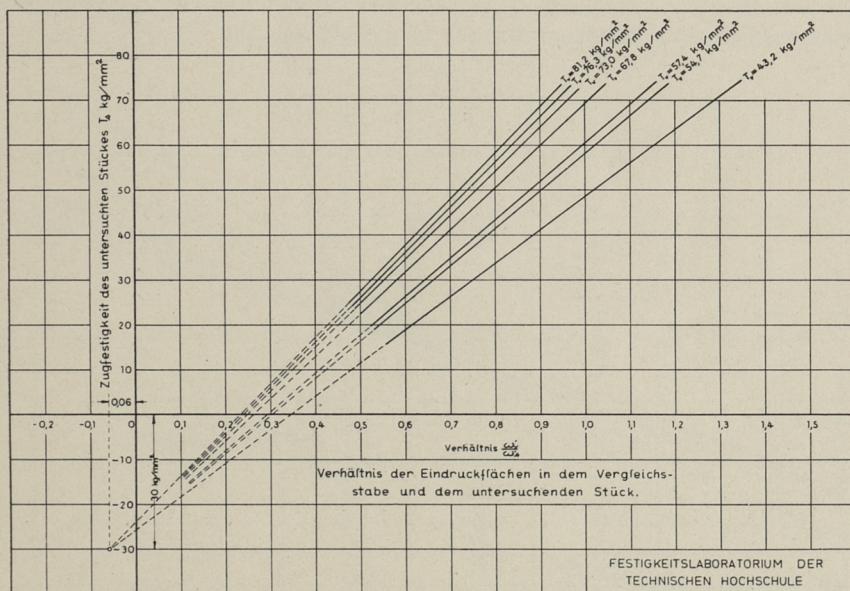


Diagramm VII. Dem Vergleichsstabe $T_v^{(7)} = 43,4 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Festigkeitsgerade.



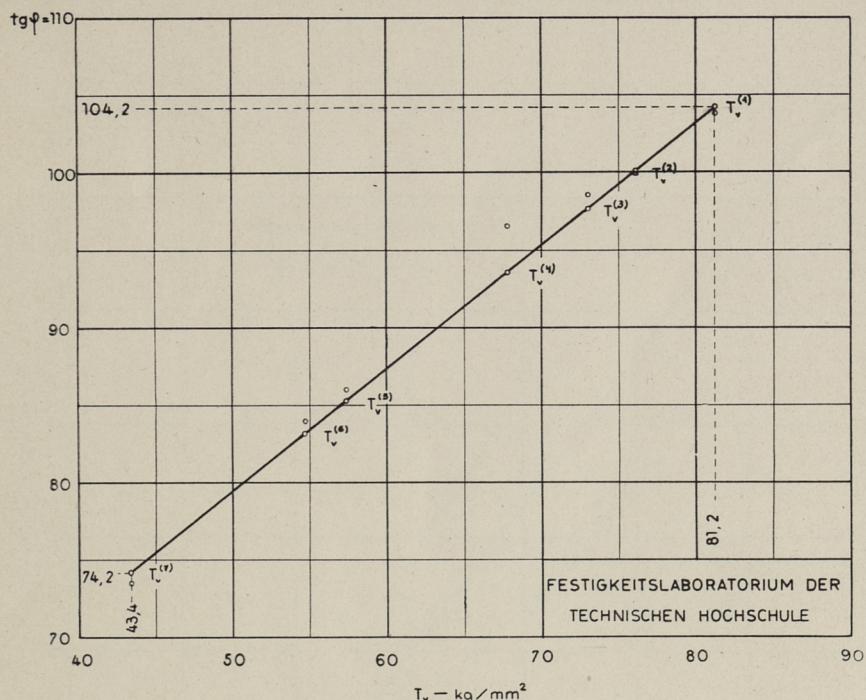


Diagramm IX. Verhältnis zwischen den Festigkeitszahlen der Vergleichsstäbe $T_v^{(i)}$ und den Tangenten der entsprechenden Festigkeitsgeraden.

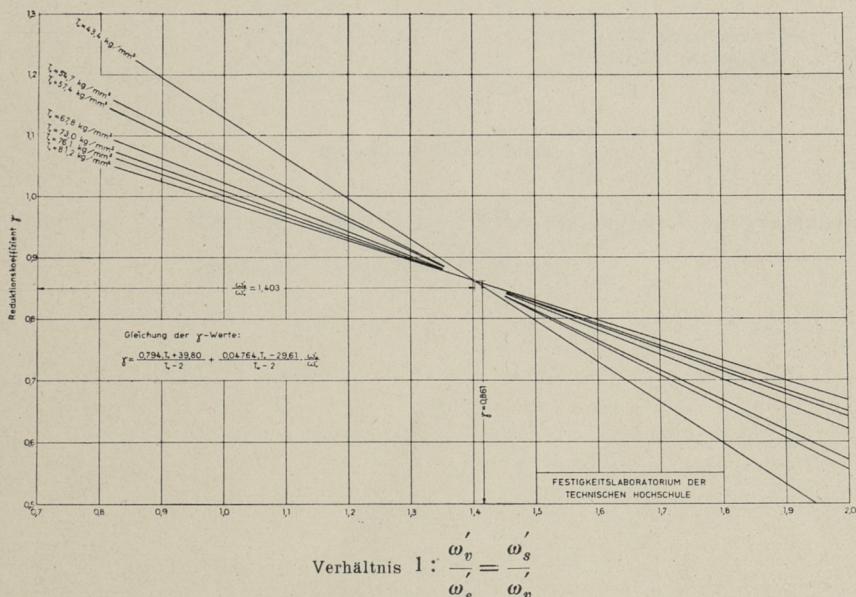


Diagramm X. Geradenbüschel der reziproken Werte (γ -Werte) der den verwendeten Vergleichsstäben entsprechenden Reduktionskoeffizienten.

$$\text{Verhältnis } 1 : \frac{\omega_v'}{\omega_s} = \frac{\omega_s'}{\omega_v}$$

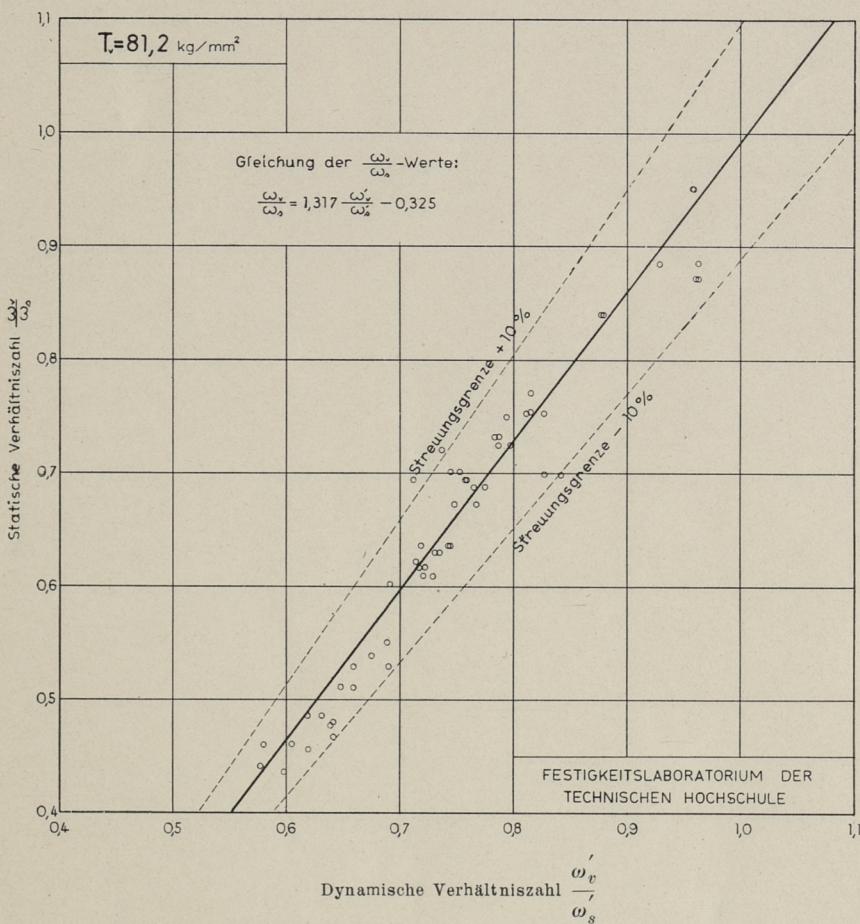


Diagramm XI. Die dem Vergleichsstabe $T_r^{(1)} = 81,2 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende
Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

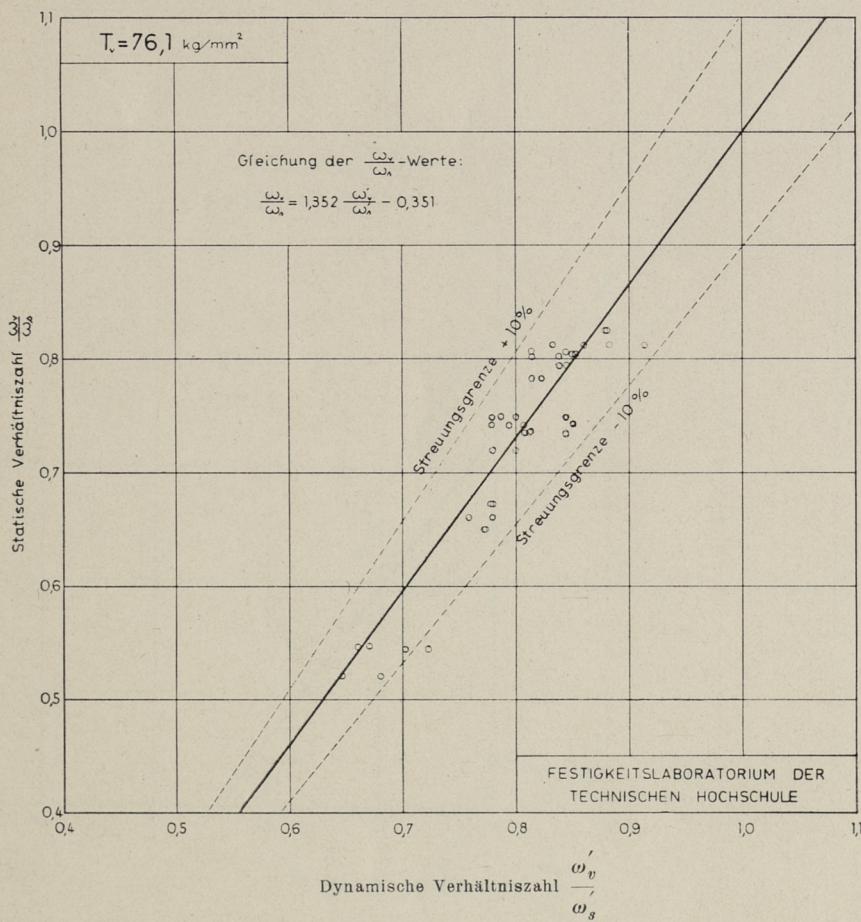


Diagramm XII. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(2)} = 76,1 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende
Gerade der statischen $\frac{\omega_v'}{\omega_s'}$ -Werte.

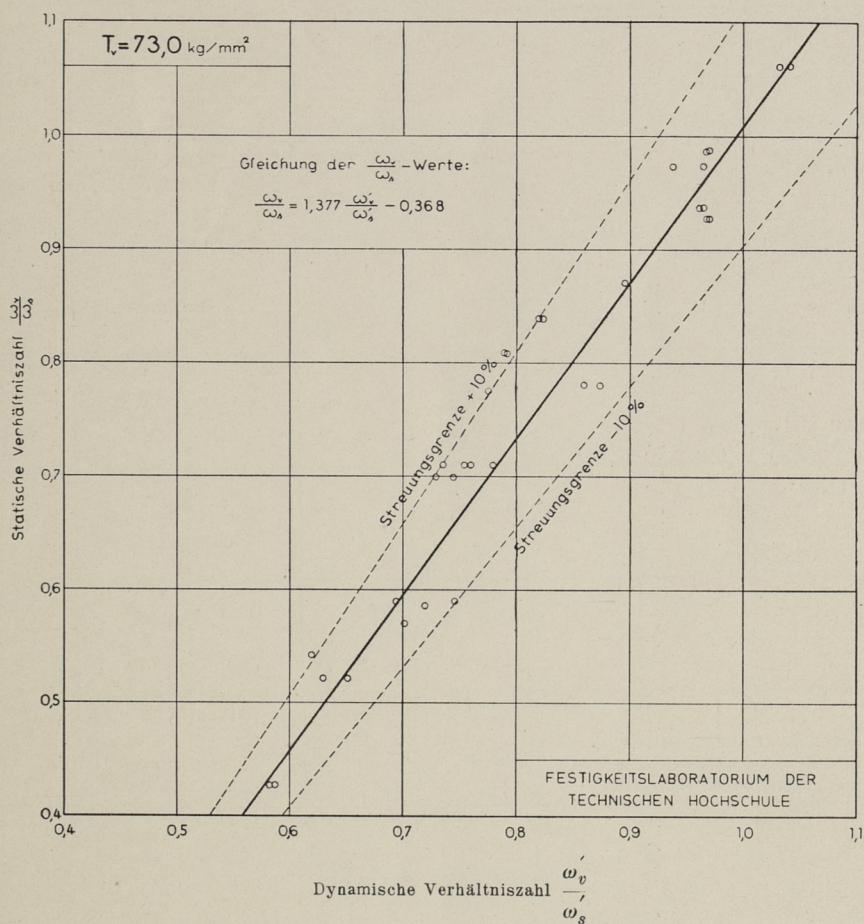


Diagramm XIII. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(3)} = 73,0 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

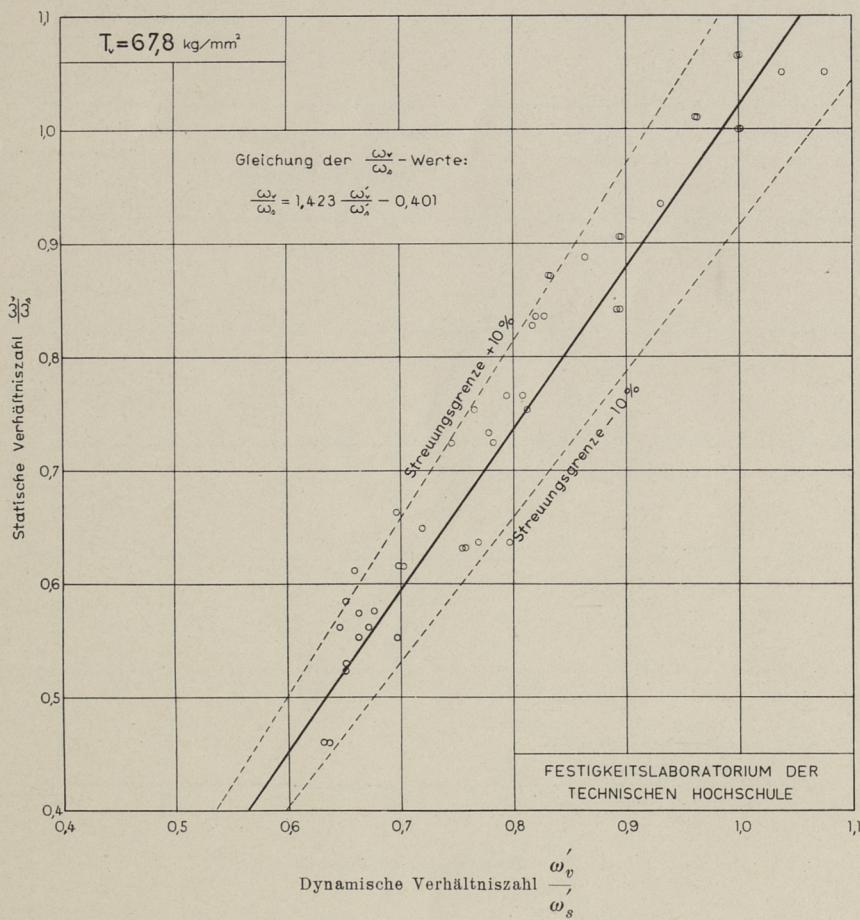


Diagramm XIV. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(4)} = 67,8 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende
Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

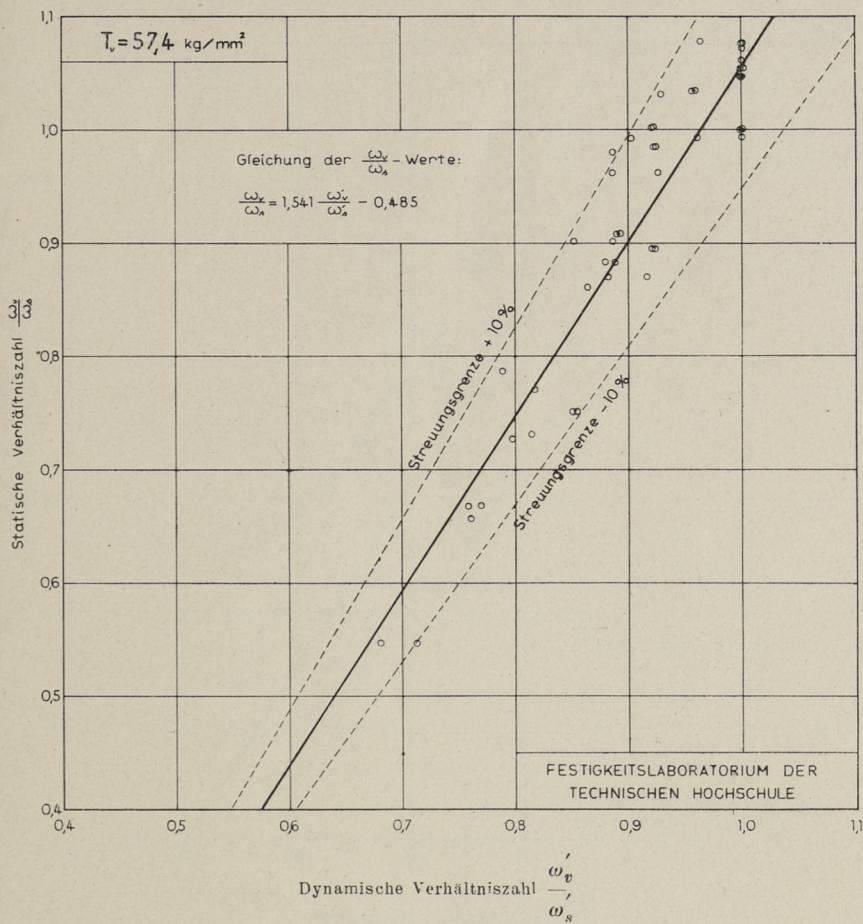


Diagramm XV. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(5)} = 57,4 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

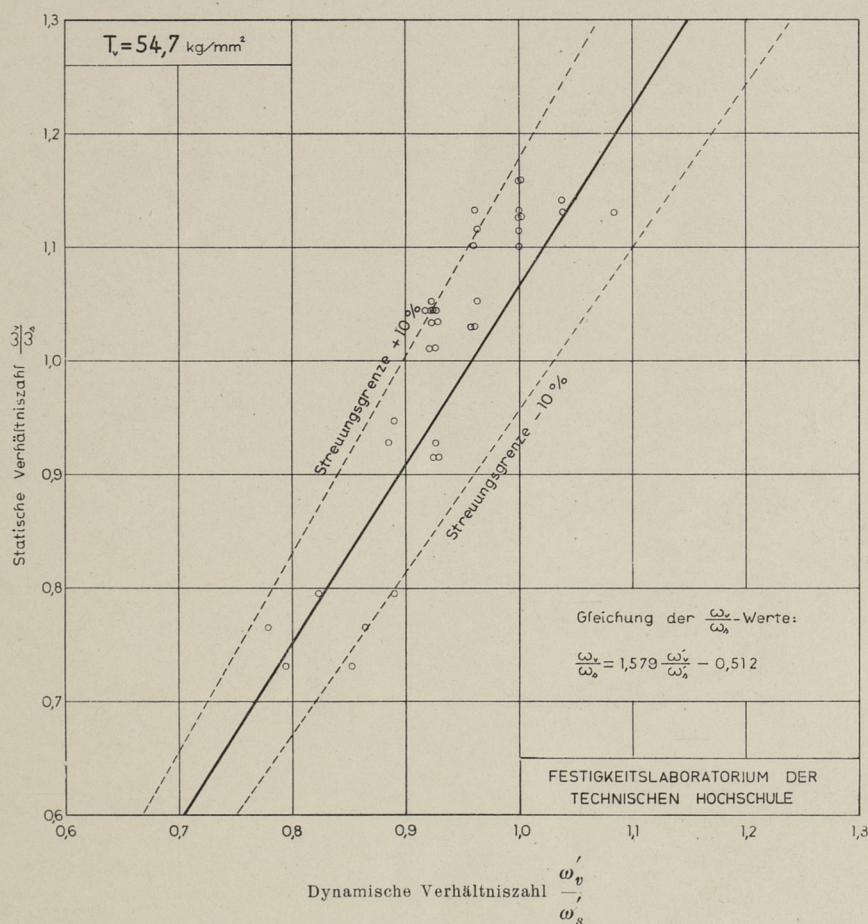


Diagramm XVI. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(6)} = 54,7 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

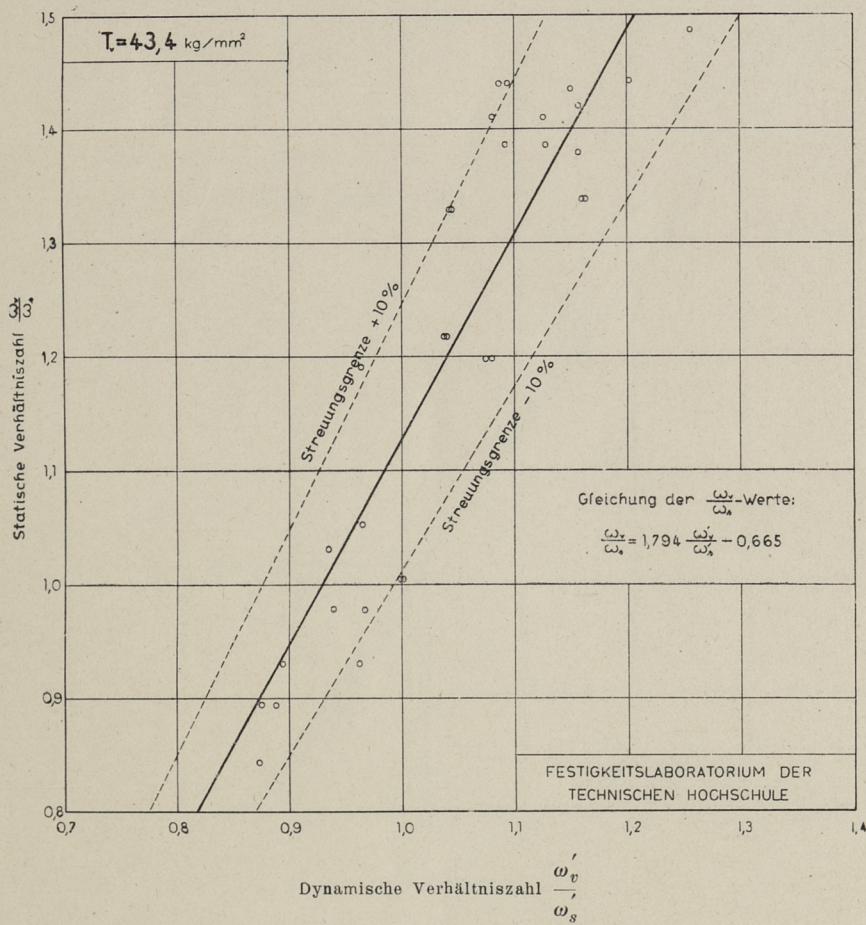


Diagramm XVII. Die dem Vergleichsstabe $T_v^{(7)} = 43,4 \text{ kg/mm}^2$ entsprechende
Gerade der statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

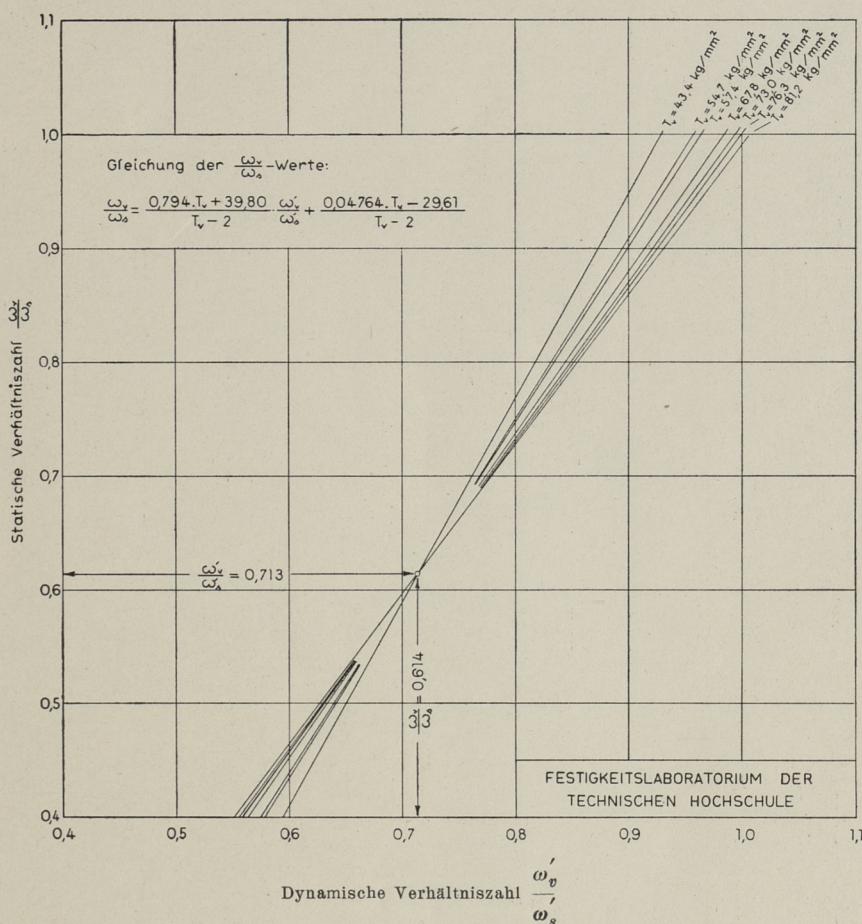


Diagramm XVIII. Geradenbüschel der den verwendeten Vergleichsstäben entsprechenden statischen $\frac{\omega_v}{\omega_s}$ -Werte.

EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00153356 5