

<i>Gruppe :</i> <i>Namen , Matrikel Nr.:</i>	<h1>HS D</h1> <p>Hochschule Düsseldorf Fachbereich EI Physikalisches Praktikum</p>	<i>Versuchstag:</i> Vorgelegt: <u>Testat :</u>
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

V 108 : Härteprüfung

Zusammenfassung:

	<p style="text-align: center;">HS D</p> <p style="text-align: center;">Hochschule Düsseldorf Fachbereich EI Physikalisches Praktikum</p>	<p><i>Korrigiert am:</i></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

1. Korrektur

2. Korrektur

3. Korrektur

1. Aufgabenstellung

Ermittlung der Härte mit unterschiedlichen Prüfverfahren von verschiedenen Materialien.

2. Literatur

- Domke, Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Kapitel 5.5

3. Grundlagen

Härte ist der Widerstand, den ein Werkstoff dem Eindringen eines Prüfkörpers in die Oberfläche entgegensetzt.

Härteprüfung nach Brinell

Bei der Härteprüfung nach Brinell wird eine Kugel aus Hartmetall oder gehärtetem Stahl mit einer Prüfkraft in die Probe eingedrückt und der Durchmesser des entstandenen Kugeleindrucks gemessen.

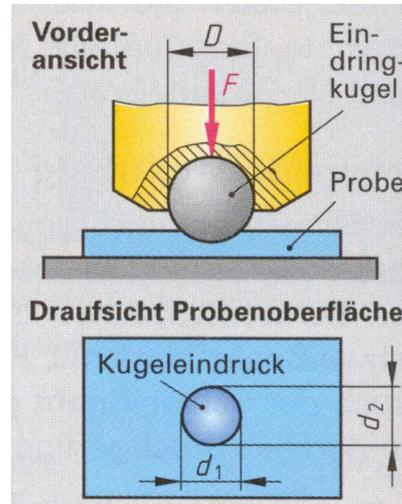


Abbildung 1: Härteprüfung nach Brinell

Die **Brinellhärte HB** kann aus der Prüfkraft F und der Oberfläche des Kugeleindrucks in der Probe berechnet werden.

$$HB = \frac{0,102 \cdot F}{\text{Oberfläche des Kugeleindrucks}} \quad F = \text{Prüfkraft in } N$$

$$\text{Oberfläche des Kugeleindrucks} = \frac{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}{2}$$

$D =$ Durchmesser der Kugel

$d =$ mittlerer Kugeleindruckdurchmesser

In der Praxis wird der Härtewert HB mit der Prüfkraft F und dem Eindruckdurchmesser d aus Tabellen abgelesen, die der Härteprüfmaschine beigegeben sind.

Der Kugeleindruckdurchmesser d wird durch Mittelwertbildung aus d_1 und d_2 berechnet:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Mit der Brinellhärteprüfung können nur weiche und mittelharte Werkstoffe geprüft werden.

Versuchsdurchführung.

Die Härteprüfung wird mit einer Universal-Härteprüfmaschinen durchgeführt. Die Probe liegt auf einem Probenteller oder ist in einer Halterung eingespannt. Mit einem Handrad wird die Probe bis an den Prüfkörper hochgefahren. Dann wird die Prüfkraft aufgegeben. Nach 10 bis 15 Sekunden wird der Prüfkörper angehoben und zur Seite geschwenkt. Dadurch gelangt eine optische Vergrößerungseinrichtung über den entstandenen Eindruck, der auf einen Leuchtschirm projiziert wird. Dort kann er mit einer beweglichen Messschiene genau ausgemessen werden. Es kann mit unterschiedlich großen Prüfkugeln geprüft werden: 1 mm, 2 mm, 2,5 mm, 5 mm und 10 mm. Die Prüfkraften müssen jeweils so gewählt werden, dass der Belastungsgrad $0,102 \cdot F/d^2$ gleich groß ist. Man hat deshalb für Werkstoffgruppen mit etwa gleicher Härte jeweils einen Belastungsgrad festgelegt. Aus Tabellen kann die zu einem Prüfkugel-Durchmesser einzustellende Prüfkraft abgelesen werden.

Kurzzeichen

Der Brinellhärtewert wird mit einem Kurzzeichen angegeben. Es besteht aus dem Härtewert, den Kennbuchstaben HBW (Prüfkugel aus Hartmetall) oder HBS (Prüfkugel aus Stahl) und den Prüfbedingungen.



Beträgt die Einwirkdauer 10 s bis 15 s, so wird sie in der Kurzbezeichnung weggelassen.

Härte und Zugfestigkeit

Bei unlegiertem Stahl kann aus dem Brinellhärtewert HBS oder HBW annähernd die Zugfestigkeit R_m berechnet werden. Die Umrechnungsformel lautet: $R_m \approx 3,5 \cdot HB$.

Härteprüfung nach Vickers

Bei der Härteprüfung nach Vickers wird die Spitze einer vierseitigen Pyramide aus Diamant (Spitzenwinkel 136°) in die Probe eingedrückt und die Diagonalen des entstandenen Pyramideneindrucks gemessen.

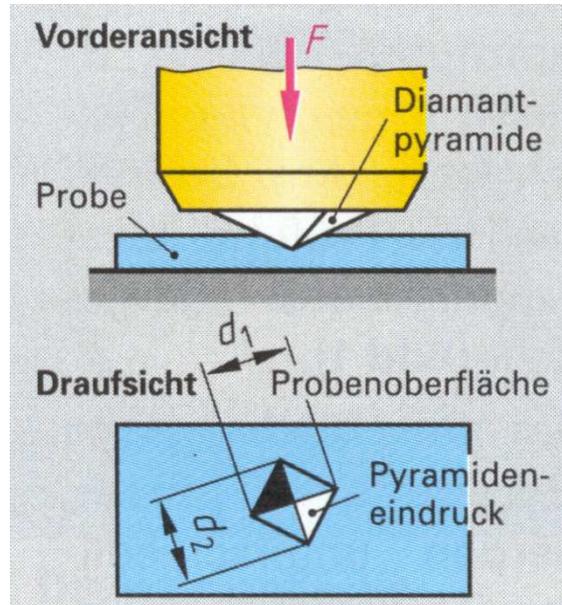


Abbildung 3: Härteprüfung nach Vickers

Die Vickershärte errechnet sich aus der Prüfkraft F in N und der Pyramideneindruckdiagonalen d in mm nach der Formel:

$$HV = 0,189 \cdot \frac{F}{d^2}$$

Die Diagonale d bestimmt man durch Ausmessen der beiden Diagonalen d_1 und d_2 des Eindrucks und Bildung des Mittelwertes.

In der Praxis wird der Vickershärtewert HV aus einer Tabelle abgelesen.

Versuchsdurchführung

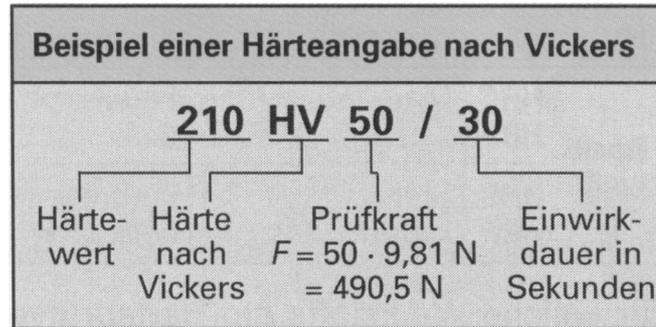
Die Härteprüfung nach Vickers wird auf einer Universal-Härteprüfmaschine ähnlich der Brinellprüfung durchgeführt.

Der Pyramideneindruck ergibt immer scharfe Ränder, die exakt ausgemessen werden können. Als Prüfkraften sind für den Makrobereich anzuwenden: $49,03 N$ (HV 5), $98,07 N$ (HV 10), $196,1 N$ (HV 20), $294,2 N$ (HV 30), $490,3 N$ (HV 50) und $980,7 N$ (HV 100).

Bei der Vickershärteprüfung gibt es nur einen Eindringkörper, mit dem sowohl weiche als auch harte Werkstoffe geprüft werden.

Kurzzeichen

Die Vickershärte wird mit einem Kurzzeichen angegeben, das aus dem Härtewert, den Kennbuchstaben HV sowie den Prüfbedingungen besteht.



Beträgt die Einwirkdauer 10 bis 15 Sekunden, so wird diese Angabe im Kurzzeichen weggelassen, also z.B. 360 HV 50.

Für weiche und mittelharte Werkstoffe (bis 350 HV) ergeben die Vickers- und Brinellhärteprüfung gleiche Zahlenwerte. Bei härteren Werkstoffen weichen die Werte voneinander ab.

Härteprüfung nach Rockwell

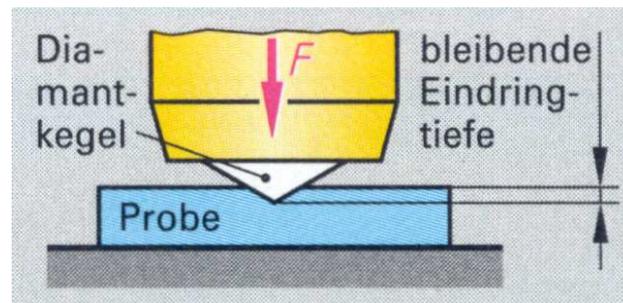


Abbildung 4: Rockwell Prüfung

Bei den Härteprüfungen nach Rockwell wird der kegel- oder kugelförmige Prüfkörper zunächst mit der Prüfvorkraft (98 N) belastet und die Messuhr auf 0 gestellt. Danach wird die eigentliche Prüfkraft (z.B. 1373 N beim HRC-Verfahren) aufgelegt und nach kurzer Zeit wieder weggenommen. Die bleibende Eindringtiefe h des Prüfkörpers kann an der Messuhr direkt als Rockwellhärte abgelesen werden.

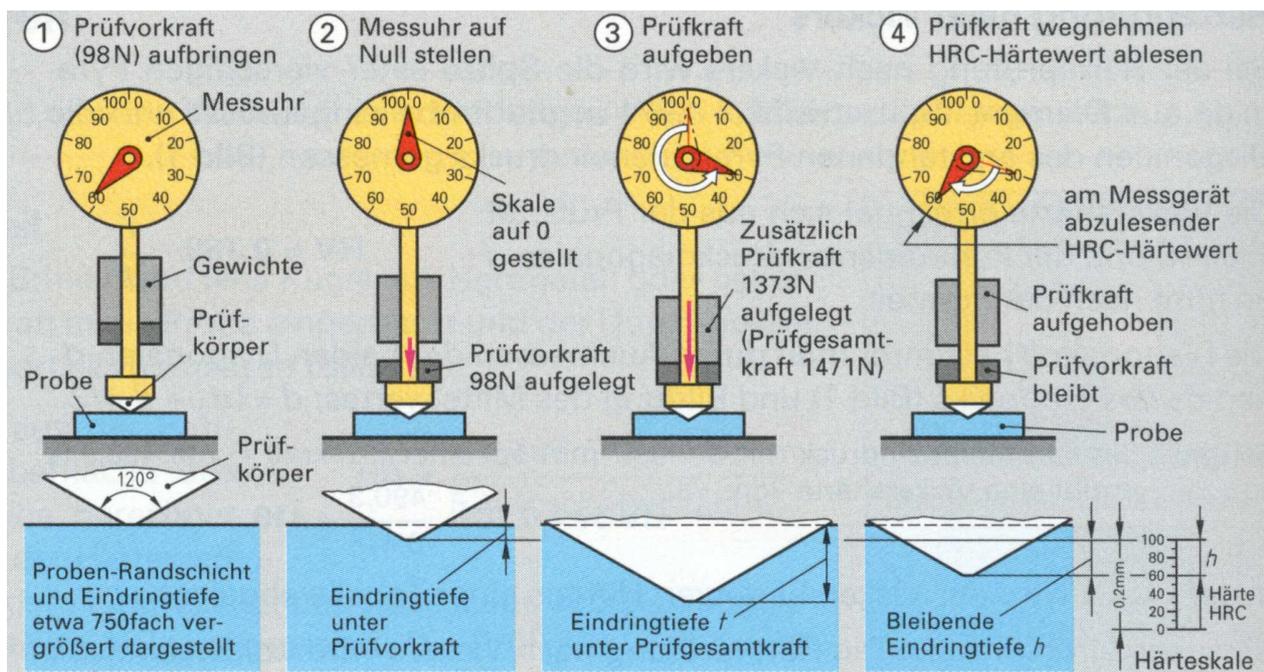


Abbildung 5: Arbeitsablauf bei der Rockwell-Härteprüfung

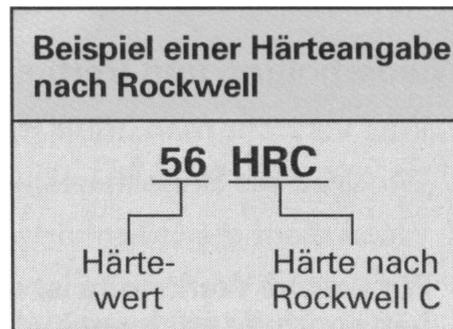
Für harte Werkstoffe verwendet man als Prüfkörper einen Diamantkegel mit einem Spitzwinkel von 120° (z.B. HRC- und HRA-Verfahren). Weiche Werkstoffe werden mit einer gehärteten Stahlkugel von $1,59\text{ mm}$ oder $3,175\text{ mm}$ Durchmesser geprüft (z. B. HRB- und HRF-Verfahren).

Um verschieden harte Werkstoffe zu prüfen, werden unterschiedliche Prüfkräfte eingesetzt. Beispiele:

HRC: $F = 1373\text{ N}$; HRA: $F = 490,3\text{ N}$; HRB: $F = 882,6\text{ N}$; HRF: $F = 490,3\text{ N}$

Kurzzeichen

Das Kurzzeichen der Rockwellhärte besteht aus dem Härtewert und dem Zeichen für das angewandte Verfahren.



Vergleich der Härteprüfverfahren

Verfahren	Prüfkörper	Messwert	Kennzeichen des Verfahrens, Anwendung	
Brinell HB	Stahlkugel 	Eindruckdurchmesser	Genauere, reproduzierbare Werte. Für weiche und mittelharte Werkstoffe, z. B. geglähter und vergüteter Stahl, Al- und Cu-Legierungen.	
Vickers HV	Diamantpyramide 	Eindruckdiagonale	Universell einsetzbar; auch für Kleinlast- und Mikrohärtprüfung. Weiche bis sehr harte Werkstoffe, Randschichten, Gefügeteile.	
Rockwell	HRC HRA	Diamantkegel 	Eindrucktiefe	Direkte Anzeige des Härtewertes. Für harte Werkstoffe, z. B. gehärtete Stähle und Legierungen, Hartmetalle.
	HRB HRF	Stahlkugel 	Eindrucktiefe	Direkte Anzeige des Härtewertes. Für weiche Werkstoffe, z. B. ungehärtete Stähle, Leichtmetalle, Cu-Werkstoffe und Legierungen.

Für welche Werkstoffe ein Härteprüfverfahren einsetzbar ist, kann aus einer vergleichenden Grafik abgelesen werden. Man erkennt daraus den begrenzten Einsatzbereich der Brinell- und Rockwell- Härteprüfverfahren und die universelle Anwendungsmöglichkeit der Vickers- Härteprüfung.

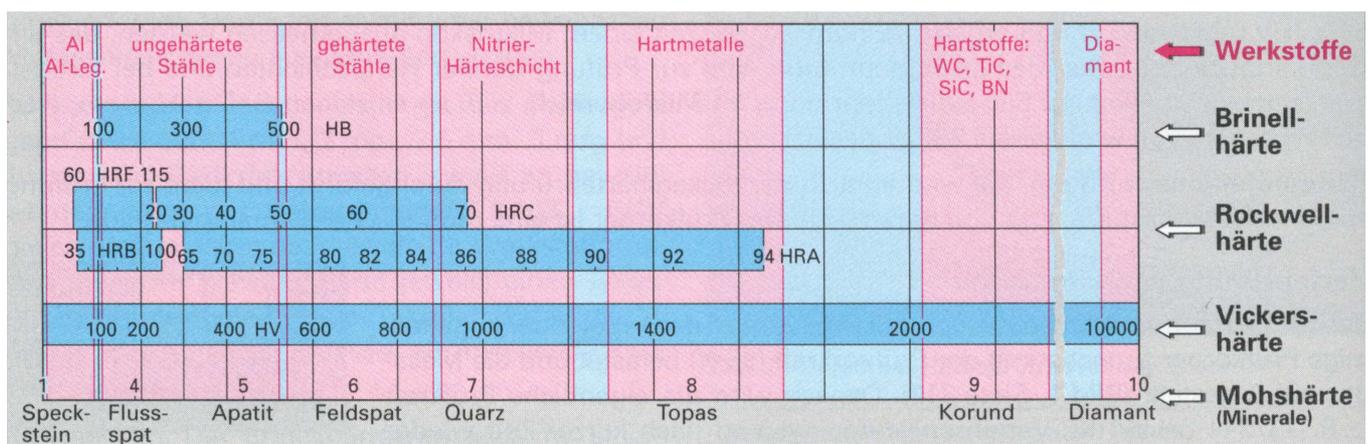


Abb. 6: Anwendungsbereiche und Vergleich der Härtewerte verschiedener Härteprüfverfahren