

| | | | | |
|-----------------------|--|--|-------------------|--|
| Gruppen- nummer: | | HSD | Versuchs- tag: | |
| Name, Matrikelnummer: | | | Eingegangen am: | |
| | | Hochschule Düsseldorf Fachbereich EI Physikalisches Praktikum/ NWG 2 | | |
| | | | Testatstempel: | |

V 108: Härteprüfung

Zusammenfassung:

Korrektor/in:

1. Korrektur vom:

2. Korrektur vom:

3. Korrektur vom:

1. Ziel des Versuches

Ermittlung der Härte verschiedener Materialien mit unterschiedlichen Prüfverfahren.

2. Grundlagen

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

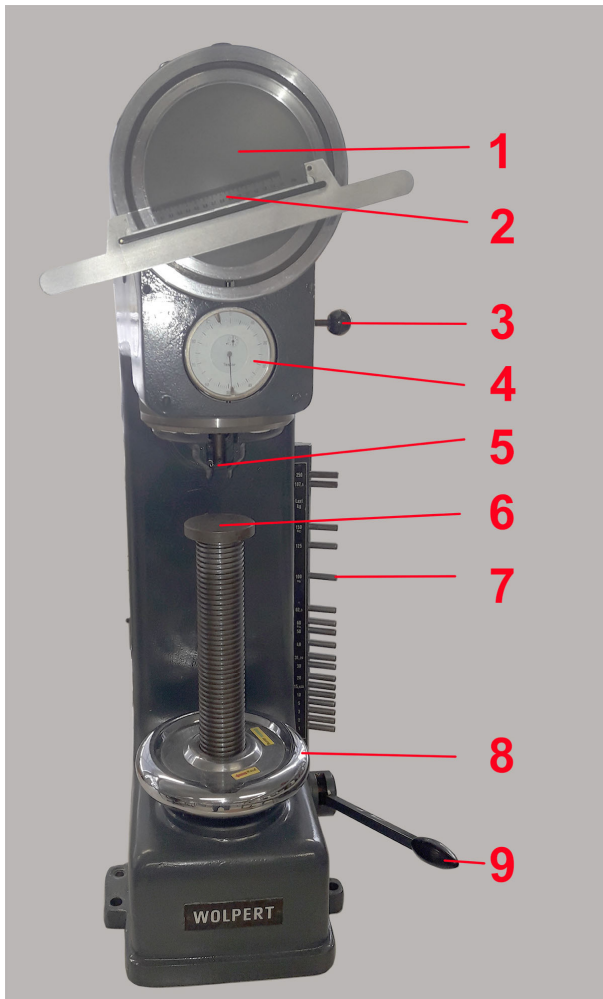


Abbildung 1: Universalprüfmaschine DIA Testor 2RC

- 1 Projektionsschirm
- 2 Messlineal
- 3 Schalthebel zur Wahl des Prüfverfahrens
- 4 Messuhr
- 5 Eindringkörper
- 6 Prüftisch
- 7 Stifte zur Wahl der Prüfkraft
- 8 Handrad
- 9 Schalthebel

Es wurde für die Ausbildung bewusst eine Maschine ohne automatische Auswertung angeschafft.

3. Literaturvorschläge

- Domke, Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Kapitel 5.5

4. Härteprüfung nach Vickers

Bei der Härteprüfung nach Vickers wird als Eindringkörper eine vierseitige Pyramide aus Diamant mit einem Spitzenwinkel von 136° verwendet. Zur Bestimmung der Härte werden die Diagonalen des entstandenen Eindrucks gemessen.

Mit der Vickersprüfung können sowohl weiche als auch harte Werkstoffe geprüft werden.

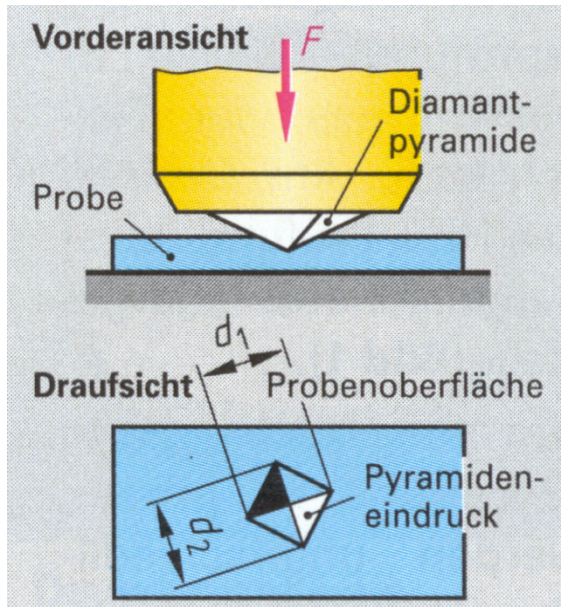


Abbildung 2: Härteprüfung nach Vickers

Aus den beiden Diagonalen d_1 und d_2 des Eindrucks wird für die weitere Berechnung der arithmetische Mittelwert d gebildet.

Die Vickershärte HV errechnet sich nach der Formel:

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

Bei der Formel zur Berechnung der Härte handelt es sich um eine zugeschnittene Größengleichung. Die Kraft F ist in N und der Durchmesser d in mm ohne Einheiten einzusetzen.

Versuchsdurchführung

Die Prüfkraft wird an den seitlichen Druckstiften eingestellt. Die Probe wird auf den Probenhalter gelegt. Mit dem Handrad wird die Probe so weit hochgefahren, bis auf dem Schirm ein scharfes Abbild der Probe zu erkennen ist. Auf dem Schirm darf kein zweiter, alter Prüfdruck zu sehen sein, da durch die Verformung in der Nähe des Abdrucks das Material verfestigt wird.

Durch Umliegen des seitlichen Hebels wird die Prüfkraft aufgegeben. 15s nachdem der Hebel seine Endposition erreicht hat, wird der Hebel in die Ausgangsposition zurückgelegt. Nun kann der Härteabdruck mit der beweglichen Messschiene ausgemessen werden.

Material: _____ Prüfmasse m: _____ kg → Prüfkraft: _____ N

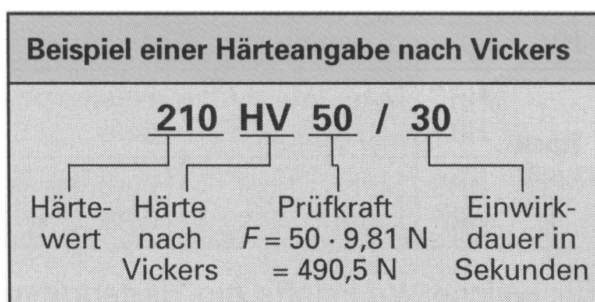
Vergrößerung: _____ fach

| | $\frac{d_1}{\text{mm}}$ | $\frac{d_2}{\text{mm}}$ | $\frac{(d_1 + d_2)/2}{\text{mm}}$ | HV |
|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

Mittelwert aus den 5 Messungen: _____

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.

5. Härteprüfung nach Brinell

Bei der Härteprüfung nach Brinell wird als Eindringkörper eine Kugel aus Hartmetall oder gehärtetem Stahl verwendet. Ansonsten entspricht die Härteprüfung nach Brinell der Härteprüfung nach Vickers.

Mit dieser Prüfmethode können nur weiche bis mittelharte Werkstoffe untersucht werden.

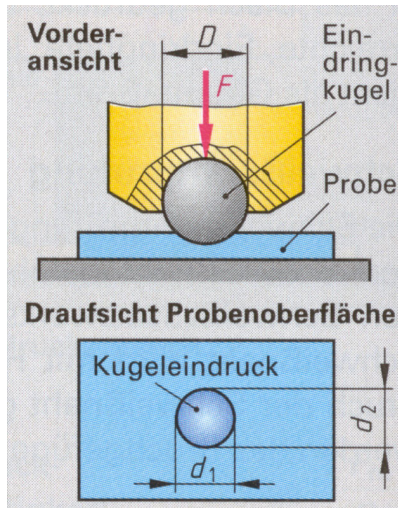


Abbildung 3: Härteprüfung nach Brinell

Die Brinellhärte HB berechnet sich nach der Formel:

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

Auch hier handelt es sich um eine zugeschnittene Größengleichung, mit F = Prüfkraft in N

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

D = Durchmesser des Eindringkörpers in mm

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

d = Mittlerer Durchmesser des Eindringkörpers

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:

Versuchsdurchführung

Material: _____ Prüfmasse m: _____ kg -> Prüfkraft: _____ N

Durchmesser des Eindringkörpers D: _____ mm Material des Eindringkörpers: Stahl

Vergrößerung: _____ fach

| | $\frac{d_1}{mm}$ | $\frac{d_2}{mm}$ | $\frac{(d_1 + d_2)/2}{mm}$ | HBS |
|---|------------------|------------------|----------------------------|-----|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

Mittelwert aus den 5 Messungen: _____

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: $R_m \approx 3,5 \cdot HB$.

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

6. Härteprüfung nach Rockwell

Bei den Härteprüfungen nach Rockwell wird ein kegel- oder kugelförmiger Eindringkörper zunächst mit der Prüfvorkraft (98 N) belastet um einen sicheren Kontakt herzustellen und die Messuhr auf 0 gestellt. Danach wird die Prüfkraft aufgelegt und nach kurzer Zeit wieder weggenommen. Die bleibende Eindringtiefe h des Prüfkörpers kann an der Messuhr direkt als Rockwellhärte abgelesen werden.

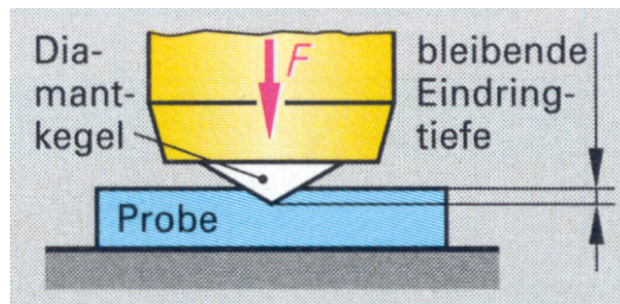


Abbildung 4: Rockwell Prüfung

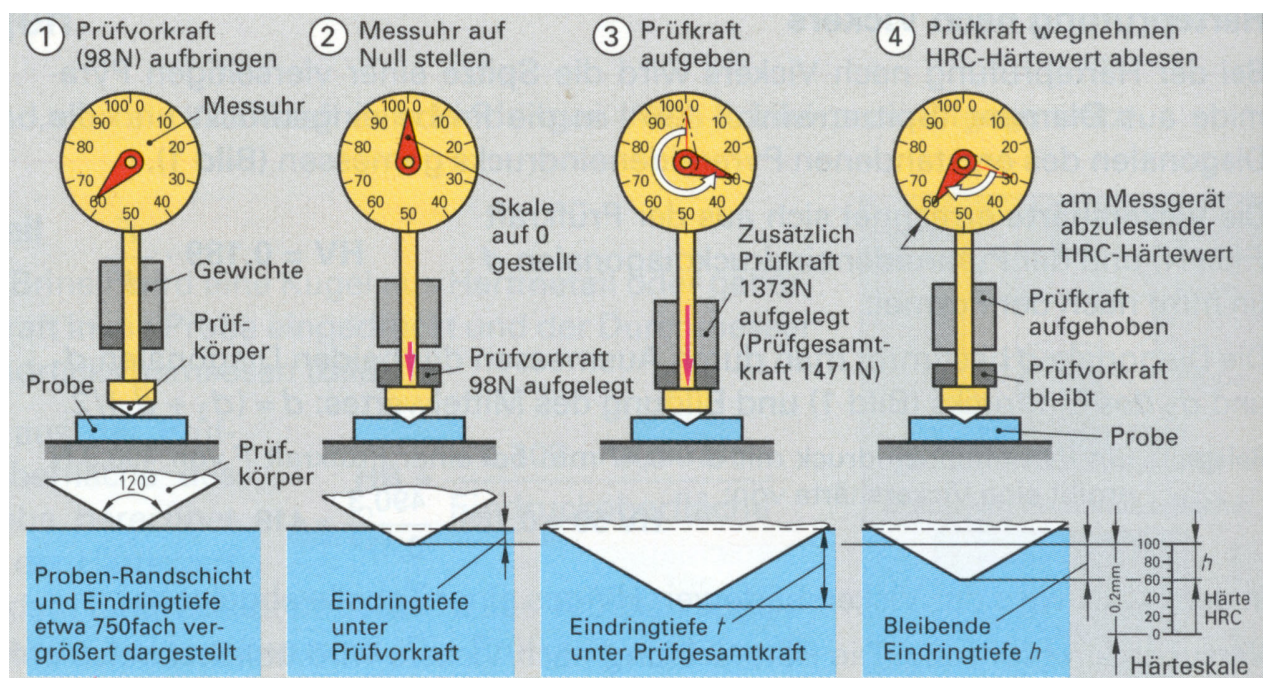


Abbildung 5: Arbeitsablauf bei der Rockwell-Härteprüfung

Für harte Werkstoffe verwendet man als bei der Prüfung HRB als Prüfkörper einen Diamantkegel mit einem Spitzenwinkel von 120° und eine Prüfkraft: $F = 1373 \text{ N}$.

Weiche und mittelharte Werkstoffe werden bei mit dem Prüfverfahren *HRB* mit einer gehärteten Stahlkugel von 1,59 mm bzw. $1/16''$ geprüft.

Versuchsdurchführung:

An der Universalprüfmaschine muss der seitliche Hebel zur Wahl des Prüfverfahrens von Vickers/Brinell nach Rockwell umgelegt werden.

Es ist dabei darauf zu achten, dass vorher der durch betätigen des Prüfhebels das Okular herausgeschwenkt wird.

Material: _____ Prüfmasse $m =$ _____ kg \rightarrow Prüfkraft: _____ N

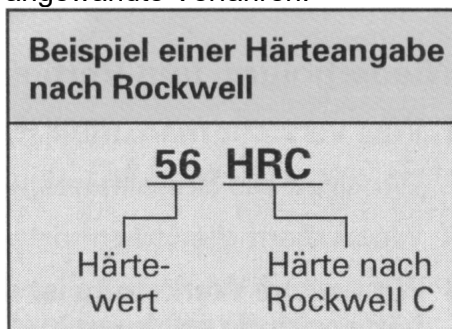
Durchmesser des Eindringkörpers D : _____ mm bzw. _____''

| | <i>HRB</i> |
|---|------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |





Mittelwert aus 5 Messungen:

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 | Stahl- kugel  | Eindruck- durchmesser | Genaue, reproduzierbare Werte. Für weiche und mittelharte Werkstoffe, z. B. geglähter und vergüteter Stahl, Al- und Cu-Legierungen. |
| Vickers HV | Diamant- pyramide  | Eindruck- diagonale | Universell einsetzbar; auch für Kleinlast- und Mikro Härteprüfung. Weiche bis sehr harte Werkstoffe, Randschichten, Gefügeteile. |
| Rock- well | HRC HRA Diamant- kegel  | Eindruck- tiefe | Direkte Anzeige des Härtewertes. Für harte Werkstoffe, z. B. gehärtete Stähle und Legierungen, Hartmetalle. |
| | HRB HRF Stahl- kugel  | Eindruck- tiefe | 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.

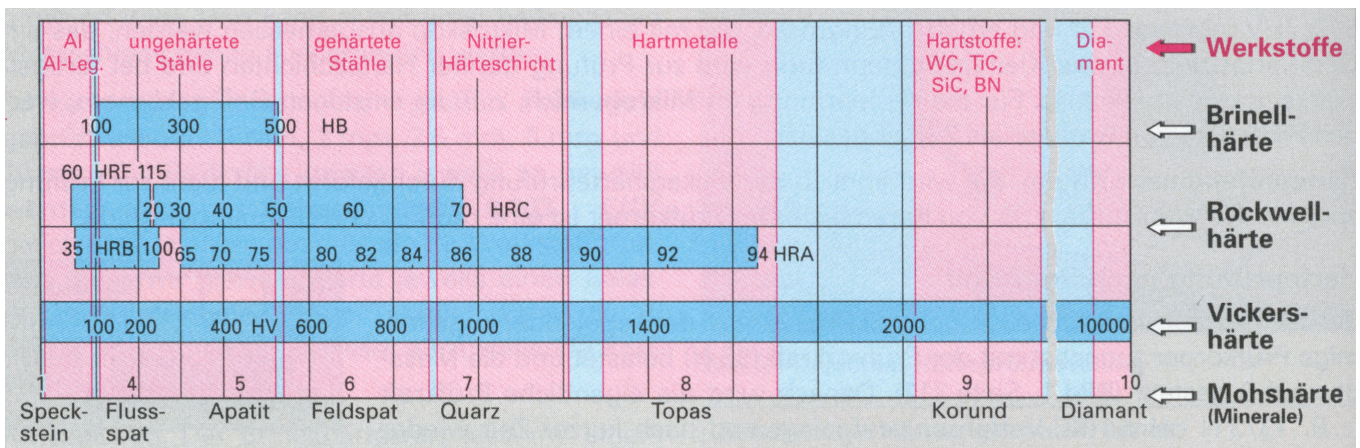


Abb. 6: Anwendungsbereiche und Vergleich der Härtewerte verschiedener Härteprüfverfahren

Geräteliste

| Menge | Bezeichnung | Typ |
|-------|-------------|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Tagesstempel:

