

## Härteprüfverfahren

Die Härte ist eine Werkstoffkenngröße und bezeichnet den Widerstand eines Werkstoffs, den dieser dem Eindringen eines anderen Körpers entgegensetzt.

Zur genauen Bestimmung der Härte eines Werkstoffs werden folgende Laborprüfverfahren verwendet:

- Härtebestimmung nach **Brinell**
- Härtebestimmung nach **Vickers** sowie
- Härtebestimmung nach **Rockwell**.

Darüber hinaus kann eine näherungsweise Bestimmung der Härte mit Hilfe der **Schlaghärteprüfung mit einem Poldihammer** erfolgen.

Alle Härteprüfverfahren beruhen alle auf dem gleichen Prinzip: Ein genormter Prüfkörper wird mit einer bestimmten Kraft  $F$  in den zu prüfenden Werkstoff gedrückt. Aus der entstehenden örtlichen Verformung bzw. der Eindringtiefe wird die Härte der Werkstoffprobe ermittelt.

Die einzelnen Verfahren unterscheiden sich darüber hinaus durch

- die Form des Prüfkörpers und
  - den Werkstoff des Prüfkörpers
- voneinander.

Bei allen Prüfverfahren ist darauf zu achten, dass die Werkstoffprobe frei von Fremdkörpern, Zunder oder Schmierstoffen ist. Beim Zuschnitt und der Oberflächenvorbereitung ist weiterhin sicherzustellen, dass das Prüfstück so wenig wie möglich erwärmt bzw. kaltverfestigt wird. Bei der Härteprüfung muss der Probenkörper fest aufliegen.

### Härtebestimmung nach Brinell

Bei der Härteprüfung nach **Brinell** (Kurzzeichen **HB**) wird eine Hartmetallkugel (HBW) mit genormtem Durchmesser  $D$  senkrecht in die Oberfläche einer glatt aufliegenden Probe gedrückt (Abb. 1).

Hierbei ist die Prüfkraft  $F$  in zwei bis acht Sekunden aufzubringen. Danach muss der Prüfkörper noch zwischen zehn und 15 Sekunden auf die Probe einwirken, um eine elastische Rückverformung der Probe auszuschließen.

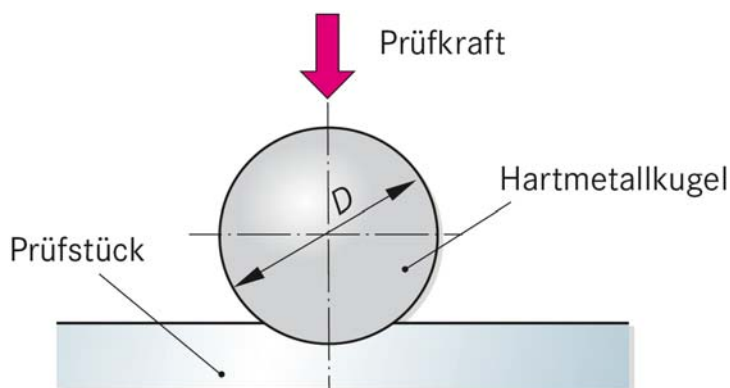


Abb. 1: Prinzip der Härtebestimmung nach Brinell

Aus den rechtwinklig zueinander stehenden Durchmessern  $d_1$  und  $d_2$  des entstehenden Eindrucks wird das arithmetische Mittel gebildet. Mit Hilfe dieses errechneten Durchmessers wird die Fläche  $A$  des Eindrucks ermittelt (Abb. 8).

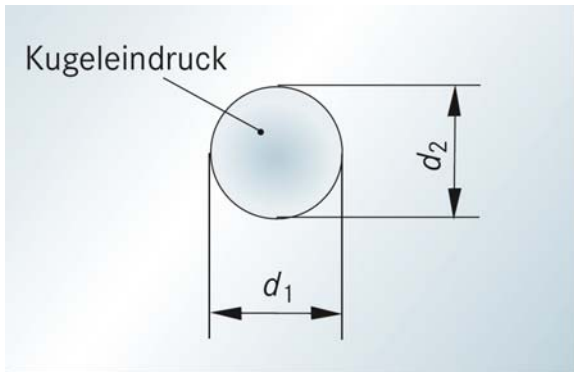


Abb. 2: Bestimmung der Eindrucksfläche nach Brinell

Mit der Prüfkraft  $F$  und dem Flächeninhalt  $A$  wird die Brinellhärte (HB) wie folgt berechnet:

$$HB = \frac{0,102 \cdot F}{A} \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

Die Härtewerte müssen jedoch in der Regel nicht errechnet, sondern können mit Hilfe von Tabellen bestimmt werden. Das Härtemessverfahren nach Brinell wird vornehmlich bei weichen Werkstoffen wie Baustahl und Nichteisenmetallen angewendet.

Aus der Brinellhärte lässt sich näherungsweise die Zugfestigkeit  $R_m$  des Werkstoffs bestimmen.

$$R_m \approx 3,5 \cdot HB \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

### Härtebestimmung nach Vickers

Bei der Bestimmung der Härte nach **Vickers** (Kurzzeichen **HV**) wird eine genormte, vierseitige Pyramide mit einem Winkel von  $136^\circ$  als Prüfkörper verwendet (Abb. 3).

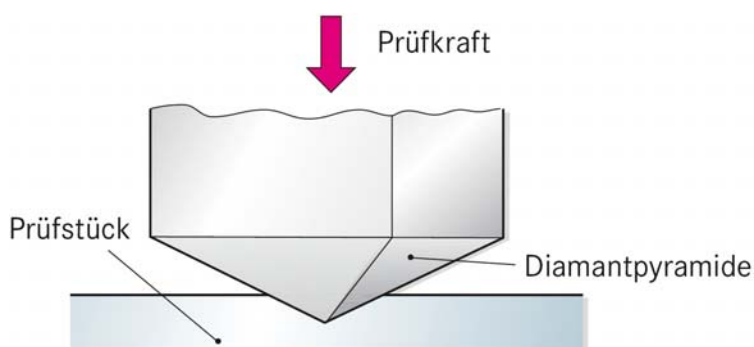


Abb. 3: Prinzip der Härtebestimmung nach Vickers

Da die Pyramide aus Diamant besteht, eignet sich dieses Verfahren zur Prüfung sehr harter und dünner Proben sowie für gehärtete Oberflächen.

Die Prüfkraft  $F$  ist in zwei bis acht Sekunden aufzubringen. Danach muss der Prüfkörper noch zwischen zehn und 15 Sekunden auf die Probe einwirken.

Bei diesem Verfahren entsteht ein quadratischer Eindruck in der Werkstoffprobe (Abb. 4).

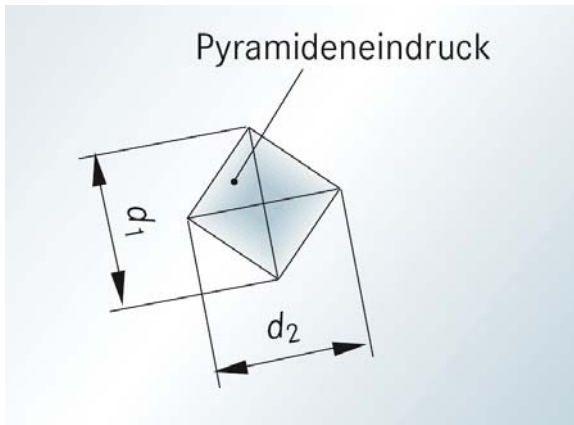


Abb. 4: Bestimmung der Eindruckfläche nach Vickers

Aus den beiden Diagonalen  $d_1$  und  $d_2$  wird zuerst das arithmetische Mittel und hieraus die Fläche  $A$  des Eindrucks berechnet. Mit der verwendeten Prüfkraft  $F$  und dem Flächeninhalt  $A$  wird die Vickershärte (HV) errechnet.

Als Überschlag gilt:

$$HV \approx \frac{0,1891 \cdot F}{d^2} \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

Die Härtewerte müssen jedoch in der Regel nicht errechnet, sondern können mit Hilfe von Tabellen bestimmt werden.

### Härtebestimmung nach Rockwell

Die Härteprüfung nach **Rockwell** (Kurzzeichen **HR**) erfolgt je nach Härte und Geometrie des Probenkörpers in verschiedenen Varianten.

Für weiche und mittelharte Werkstoffe wird eine Stahlkugel als Prüfkörper verwendet. Bei harten bzw. sehr harten Werkstoffen sowie für dünne und schmale Proben wird ein genormter Diamantkegel in den zu prüfenden Werkstoff gedrückt (Abb. 5).

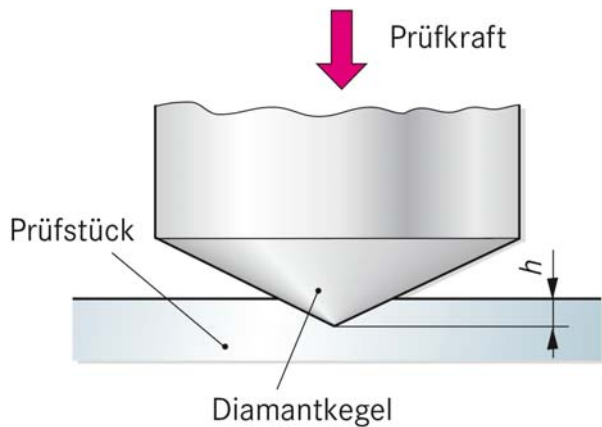


Abb. 5: Härtebestimmung nach Rockwell mit Diamantkegel

Die einzelnen Verfahrensvarianten werden durch verschiedene Kurzzeichen gekennzeichnet. Diese geben Auskunft über den verwendeten Probenkörper und die aufbrachten Prüfkräfte.

Beim Rockwellverfahren wird der Härtegrad über die Eindringtiefe  $h$  des Prüfkörpers ermittelt. Hierbei ist folgendes Vorgehen einzuhalten (Abb. 6):

- Der Probekörper wird mit einer Prüfvorkraft  $F_0$  in die Werkstoffprobe eingedrückt ①. Die daraus resultierende Eindringtiefe dient als Bezugsebene für die eigentliche Messung.
- Erst hiernach wird die eigentliche Prüfkraft  $F_1$  zusätzlich auf die Probe aufgebracht. Es wird die größte Eindringtiefe ② erreicht.
- Nach einer Einwirkdauer von zwei bis sechs Sekunden wird die Prüfkraft  $F_1$  zurückgenommen. Durch elastische Rückverformung ③ wird die zu messende Eindringtiefe erreicht.
- Aus der verbleibenden Eindringtiefe ④ wird die Rockwellhärte (HR) abgeleitet. Sie kann direkt an der Prüfeinrichtung abgelesen werden.

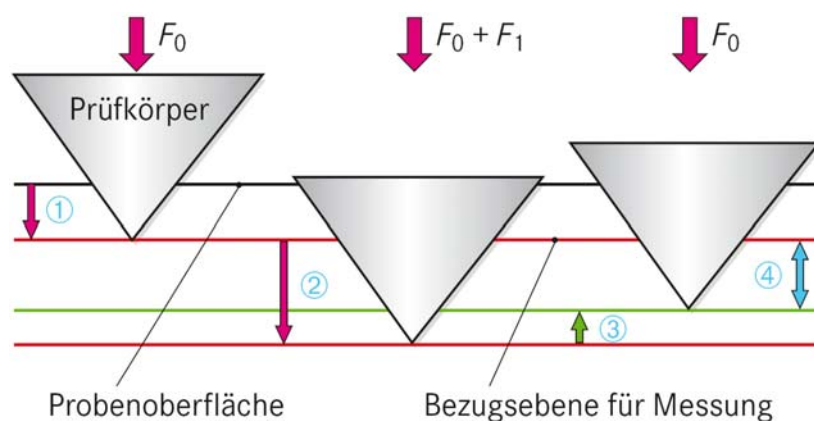


Abb. 6: Prinzip der Härtebestimmung nach Rockwell

Die vorgestellten, relativ aufwendigen Laborprüfverfahren werden verwendet, wenn die Härte eines Werkstoffs sehr genau ermittelt werden muss. Werden lediglich Informationen über die ungefähre Härte benötigt (z. B. zur Einschätzung der Gebrauchshärte eines selbst hergestellten Meißels) erfolgt deren Ermittlung über die Schlaghärteprüfung mit einem Poldihammer:

### Schlaghärteprüfung mit dem Poldihammer

Bei einer zu erwartenden Härte unter 45 HRC kann in der Werkstatt die Schlaghärteprüfung mit dem Poldihammer zur Bestimmung der Gebrauchshärte angewendet werden. Diese Prüfung ist ein dynamisches Verfahren zur näherungsweise Härtebestimmung.

Der **Poldihammer** besteht aus einer Halterhülse, an deren unterem Ende eine gehärtete Stahlkugel mit einem Durchmesser  $D = 10\text{ mm}$  leicht beweglich befestigt ist. Oberhalb dieser Stahlkugel befindet sich eine Aussparung zur Aufnahme eines Vergleichsstabs mit bekannter Härte. Dieser Härtevergleichsstab wird durch eine Druckfeder gehalten.

Bei der Prüfung wird der Poldihammer senkrecht auf die zu prüfende Werkstückoberfläche aufgesetzt und am oberen Ende mit einem normalen, ca. 1 kg schweren Hammer kräftig angeschlagen (Abb. 7).



Abb. 4: Poldihammer mit Härtevergleichsstab

Die gehärtete Stahlkugel im Poldihammer drückt sich durch den Hammerschlag zugleich in das Prüfstück und den Härtevergleichsstab (Abb. 8).

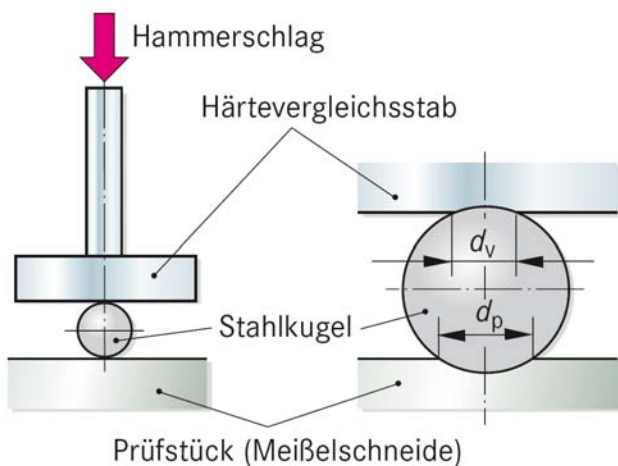


Abb. 5: Prinzip der Schlaghärteprüfung mit Poldihammer

Der Durchmesser  $d_v$  des Eindrucks auf dem Vergleichsstab und der Durchmesser  $d_p$  auf dem Prüfstück werden mit einer Messlupe oder einem Messmikroskop ausgemessen.

Bei gleich großen Eindrücken entspricht die Härte des zu prüfenden Werkstücks etwa der Härte des Vergleichsstabs. Anderenfalls kann mit der bekannten Härte des Vergleichsstabs und den beiden Durchmessern die „Poldihärte“ des Prüfstücks berechnet oder mit Hilfe von Tabellen bestimmt werden.

Die dynamisch ermittelte Poldihärte einer Oberfläche liefert nur einen Näherungswert, der jedoch zur Charakterisierung der Gebrauchshärte des Werkstückes ausreicht.