

Härteprüfung

1. Aufgabenstellung:

Beim Versuch soll die Härte von Stählen mit unterschiedlichen C-Gehalt bestimmt werden, im normalen Zustand sowie im weichgeglühten und gehärteten Zustand. Außerdem soll die Härte von Gusseisen, Aluminium, Kupfer und Messing ermittelt werden. Dabei sollen unterschiedliche Verfahren, die Härteprüfung nach Brinell, Vickers und Rockwell entsprechend genutzt werden.

2. Auswertung:

	HV 10	HBW 2,5/187,5	HV 10 nach Härten	HRC nach Härten	HRC berechnet
16MnCr5	157	152	422	41	44
30CrMoV9	294	291	425	51	53
C45	214	216	726	57	60
C50	244	253	906	63	67
C85	191	208	831	66	75
100Cr6	204	204	850	64	80
GJS-400	157 / 120	133	-	-	-

$$\text{HRC} = 60 \%C + 20 \quad \text{HB} = 0,95 * \text{HV}$$

Die berechnete Rockwellhärte nach obiger Formel und die gemessene Rockwellhärte stimmen bis zu C 50 grob überein und gehen ab einem Kohlenstoffgehalt von 0,6 % stärker auseinander (siehe Diagramm nächste Seite). Daraus zeigt sich, dass diese Formel nur bis zu dieser Grenze von 0,6 % C Anwendung findet und danach unbrauchbar und ungenau wird. Ab einem C-Gehalt von 0,6 % entsteht bei der Erstarrung Restaustenit, deshalb nimmt die Härte nicht weiter zu., denn die Austenitbereiche sind eingeschlossen und der Martensit kann sich nicht weiter ausdehnen.

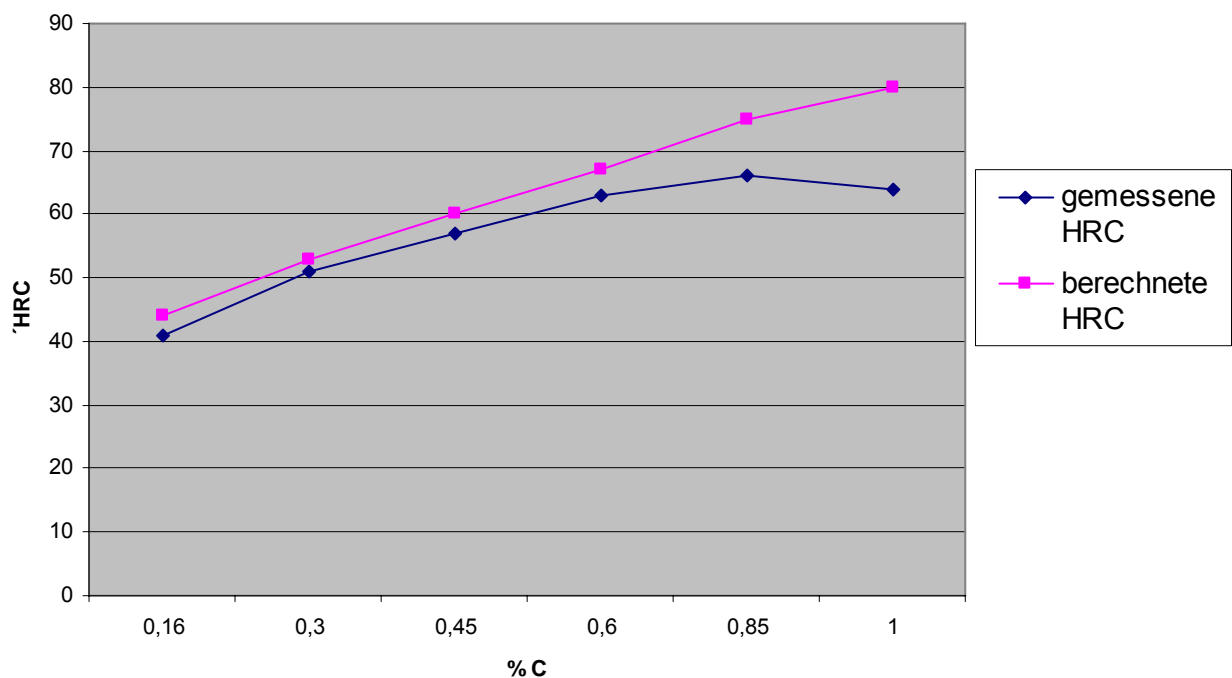
Mit der zweiten angegebenen Formel kann man die Brinellhärte aus der Vickershärte berechnen. Bei den ersten 4 Werkstoffen stimmt diese Formel grob überein, die Brinellhärte ist etwa 96-98 % der Vickershärte, bei C85 trifft die Formel nicht zu und auch bei 100 Cr 6 ist keine Korrelation von 95 zu sehen, dort sind es 100%. Dies kann auch auf Oberflächenungenauigkeiten der Werkstoffe zurückgeführt werden. Aber auch Messungenauigkeiten wegen der sehr kleinen Eindrücke und deren Ausmessung können dazu geführt haben.

Die Einzelwerte des Gusseisens, die mit dem Vickersverfahren gemessen wurden, unterlagen einer großen Streuung. Das Vickersverfahren ist besonders gut für das Messen von Oberflächenschichten und dünnen Teilen geeignet. Außerdem kann es im Gusseisen immer zu gewissen Schwankungen kommen, da ein heterogenes Gefüge vorliegt und das Vickersverfahren dafür ungeeignet ist, denn die Eindrücke

können auf Graphitbereiche treffen, die größer als der Eindringkörper sind oder man erwircht die Matrix, die die Graphitkörner umgibt. Deshalb ist es besser diesen Werkstoff mit dem Brinellverfahren zu messen.

Insgesamt ist zu sagen, dass die Härte nach dem Austenitisieren im Ofen und dem nachfolgendem Abschrecken wesentlich höher als vorher ist. Denn vor dem Erwärmen lag ein weiches, ferritisch-perlitisches Gefüge vor, danach ist der Kohlenstoff gelöst, es ist kein Fe₃C mehr darin, es liegt ein martensitisches, gehärtetes Gefüge nach dem Abschrecken vor. Bei der Ofenabkühlung liegt eine Verfestigung durch Kornfeinung, Versetzungen, Ausscheidungen bzw. Dispersionen und eine Mischkristallverfestigung vor.

HRC gemessen und berechnet



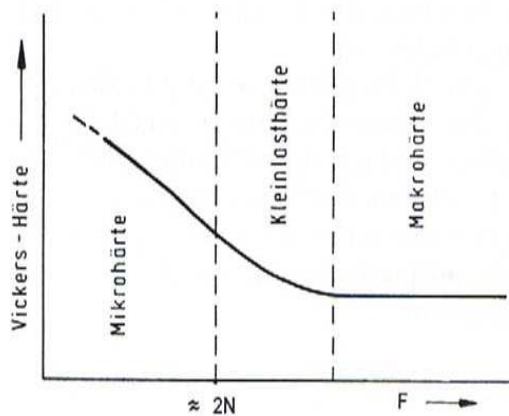
Generell kann man sagen, dass wie bei jedem Messvorgang eine Streuung der Messwerte auftritt. Bei der Härtemessung sollte beachtet werden, dass die Proben entsprechend vorbereitet sind, d.h. sie sollten eine glatte Oberfläche haben, fettfrei und planparallel zum Prüfkörper sein.

	HV 5	HV 10	HV 30	HBW 2,5/62,5
Al		118		116
Cu		96		83
Messing	131	136	132	122

Es ist deutlich zu sehen, dass die gemessene HV10 bei Al, Cu und Messing wesentlich geringer ist als bei den Stählen und beim Gusseisen. Es handelt sich also um weichere Materialien. Die Werte von gemessener Vickershärte und gemessener Brinellhärte liegen auch relativ nah beieinander.

Vergleich der HV-Werte in Abhängigkeit von der Prüfkraft bei Messing:

Die Vickers-Makrohärte beginnt ab einer Prüfkraft von 49,03N (HV5) und ist ab da unabhängig von der Prüfkraft. Im Bereich von 1,96N bis 49,04N (Vickers-Kleinkrafthärte) ist die Vickershärte abhängig von der Prüfkraft, besonders im unteren Bereich.



Prüfkraftabhängigkeit der Härte Aus „Werkstoffprüfung“ von Blumenauer

Beim Vergleich der Messingprobenwerte ist auch zu erkennen, dass sich die gemessenen Vickershärten nur sehr gering unterscheiden, da die Grenze von HV 5 noch nicht unterschritten wurde und die Messwerte darüber prüfkraftunabhängig sind. Jedoch ist zu sehen, dass mit größerer Messkraft die Härte abnimmt (von 136 zu 132 und 122). Man kann davon ausgehen, dass bei Messungen mit höherer Prüfkraft die Werte annähernd konstant sind.

Ausserdem haben wir bei einem Wälzfräser die Härte mit dem Rücksprunghärteverfahren nach Shore gemessen und sind auf eine Härte von 95 HS gekommen. Umgerechnet in Vickershärte ergibt das 770 HV. Mit der Formel $HRC = 116 - 1500 / \sqrt{HV}$ haben wir einen HRC-Wert von 62 errechnet. Gemessen kommen wir auf einen Wert von 68. Das zeigt, dass dieses Verfahren trotz erheblicher Ablesfehler noch relativ genau die Härte bestimmen kann.

R_m aus Härtewerten

Die Zugfestigkeit in N/mm² kann aus den Härtewerten berechnet werden.

Bei Stahl verwendet man die Umrechnung $R_m \approx 3,5 \cdot HB$.

Für NE-Metalle kann man die allgemeine Formel $R_m \approx c \cdot HB$ anwenden. $c_{Cu}=5,5$ und $c_{Al}=3,7$.

	R _m ungehärtet		R _m
16MnCr5	532	Messing	671
30Cr	1018,5	Al	429,7
C45	108	Cu	456,5
C60	885,5		
C85	728		
100Cr6	714		