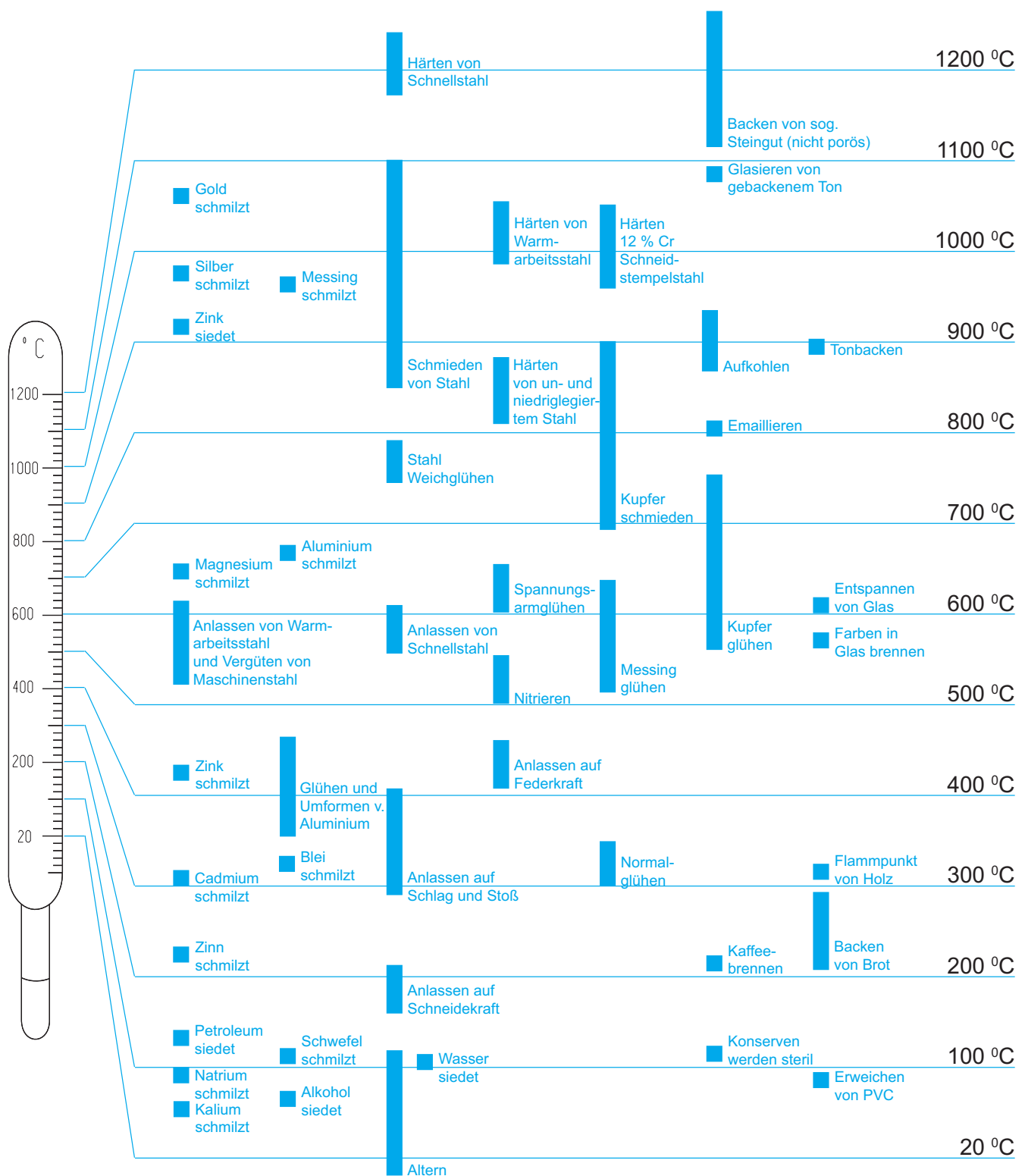


# Was bewirkt welche Temperatur?



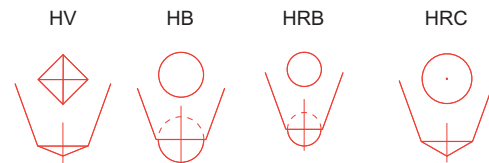
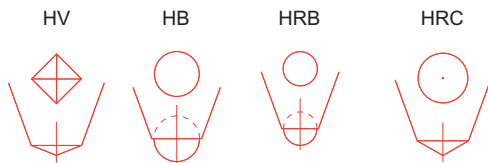
# Vergleichstabelle der Vickers-Brinell-Rockwell-Härte und Zugfestigkeit

## Bemerkung:

Eine Umrechnung von Härtewerten untereinander ist grundsätzlich mit Ungenauigkeiten behaftet. Deshalb soll eine Härteumwertung nur dann vorgenommen werden, wenn das vorgeschriebene Prüfverfahren nicht angewandt werden kann.

HRC: Gehärtete Stähle, gehärtete und angelassene Legierungen.

HRB: Werkstoffe mittlerer Härte, Stähle mit niedrigem und mittlerem Kohlenstoffgehalt, Kupfer-Zink-Legierungen, Bronze usw.



Vickershärte HV 30 Diamant Pyramide	Brinellhärte HB 30 Stahlkugel	Rockwellhärte HRB Stahlkugel	Rockwell Serie HRC Diamantkegel	Zugfestigkeit $\sigma_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]
80	80	36,4	-	270
85	85	42,4	-	290
90	90	47,4	-	310
95	95	52,0	-	320
100	100	56,4	-	340
105	105	60,0	-	360
110	110	63,4	-	380
115	115	66,4	-	390
120	120	69,4	-	410
125	125	72,0	-	420
130	130	74,4	-	440
135	135	76,4	-	460
140	140	78,4	-	470
145	145	80,4	-	490
150	150	82,2	-	500
155	155	83,8	-	520
160	160	85,4	-	540
165	165	86,8	-	550
170	170	88,2	-	570
175	175	89,6	-	590
180	180	90,8	-	600
185	185	91,8	-	620
190	190	93,0	-	640
195	195	94,0	-	660
200	200	95,0	-	670
205	205	95,8	-	680
210	210	96,6	-	710
215	215	97,6	-	720
220	220	98,2	-	730
225	225	99,0	-	750
230	230	-	19,2	760
235	235	-	20,2	780
240	240	-	21,2	800
245	245	-	22,1	820
250	250	-	23,0	830
255	255	-	23,8	850
260	260	-	24,6	870
265	265	-	25,4	880
270	270	-	26,2	900
275	275	-	26,9	920
280	280	-	27,6	940
285	285	-	28,3	950
290	290	-	29,0	970
295	295	-	29,6	990
300	300	-	30,3	1010
310	310	-	31,5	1040
320	320	-	32,7	1080
330	330	-	33,8	1110
340	340	-	34,9	1140

Vickershärte HV 30 Diamant Pyramide	Brinellhärte HB 30 Stahlkugel	Rockwellhärte HRB Stahlkugel	Rockwell Serie HRC Diamantkegel	Zugfestigkeit $\sigma_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]
350	350	-	36,0	1170
360	359	-	37,0	1200
370	368	-	38,0	1230
380	376	-	38,9	1260
390	385	-	39,8	1290
400	392	-	40,7	1320
410	400	-	41,5	1350
420	408	-	42,4	1380
430	415	-	43,2	1410
440	423	-	44,0	1430
450	430	-	44,8	1460
460	-	-	45,6	-
470	-	-	46,3	-
480	-	-	47,0	-
490	-	-	47,7	-
500	-	-	48,3	-
510	-	-	49,1	-
520	-	-	49,7	-
530	-	-	50,4	-
540	-	-	51,0	-
550	-	-	51,6	-
560	-	-	52,2	-
570	-	-	52,8	-
580	-	-	53,3	-
590	-	-	53,9	-
600	-	-	54,4	-
610	-	-	55,0	-
620	-	-	55,5	-
630	-	-	56,0	-
640	-	-	56,5	-
650	-	-	57,0	-
660	-	-	57,5	-
670	-	-	58,0	-
680	-	-	58,5	-
690	-	-	59,0	-
700	-	-	59,5	-
720	-	-	60,4	-
740	-	-	61,2	-
760	-	-	62,0	-
780	-	-	62,8	-
800	-	-	63,6	-
820	-	-	64,3	-
840	-	-	65,0	-
860	-	-	65,7	-
880	-	-	66,3	-
900	-	-	66,9	-
920	-	-	67,5	-
940	-	-	68,0	-

# Wärmebehandlung

## Härten

Zweck des Härtens und Vergütens ist es ,dem Stahl eine Eigenschaftskombination von Härte und Zähigkeit zu geben. Beim Härten wird der Stahl auf eine für ihn angepaßte Temperatur erwärmt und anschließend in Öl, Wasser oder Luft abgeschreckt.

## Anlassen

Unter Anlassen versteht man ein Wiedererwärmen nach dem Abschrecken. Dies geschieht bei Temperaturen zwischen 150 und 300 °C. Durch das Härten werden innere Spannungen erzeugt. Alle richtig abgeschreckten Teile sind somit glashart. Zum Gebrauch benötigen sie eine gewisse Zähigkeit damit sie nicht schon durch einfaches Anstoßen zerbrechen. Durch das Anlassen werden diese Spannungen abgeschwächt wobei ein ganz geringer Härteverlust die Folge ist.

## Vergüten

Das Vergüten ist ebenfalls ein Wiedererwärmen nach dem Härten ,jedoch geschieht dies bei Temperaturen zwischen 450 und 650 °C in Abhängigkeit der späteren Verwendung. Durch das Vergüten sollen Konstruktionsstähle folgende Eigenschaften bekommen : Höhere Streckgrenze d.h. höhere zulässige Spannung oder eine höhere Zähigkeit; d.h. :starke Verformung vor einem Bruch. Die Wahl dieser Eigenschaften hängt von der Höhe der Temperatur ab. Für spezielle Konstruktionen mit diesen erforderlichen Eigenschaften verwendet man Vergütungsstähle nach DIN 7200.

## Aufkohlen (Einsatzhärten)

Zum Einsatzhärten verwendet man kohlenstoffarme Stahlsorten. Der Stahl befindet sich hierbei in einem Kohlenstoff abgebenden Medium (zumeist Salzbad, Gas oder Pulver) .Bei einer Temperatur von über 900 °C diffundiert Kohlenstoff in die Außenseite des Stahls, so daß eine härtbare Schicht entsteht (je nach Dauer der Aufkohlung bis zu 3mm Tiefe). Nach dem Abschrecken entsteht somit eine harte Verschleißmindernde Oberfläche und eine hohe Zähigkeit im Kern. Für spezielle Konstruktionen mit diesen erforderlichen Eigenschaften verwendet man Einsatzstähle nach DIN17210 .

## Nitrieren

In die Stahloberfläche diffundiert während des Glühprozesses bei ca. 400 - 580 °C in einem Stickstoff abgebenden Medium Stickstoff ein. Je nach Art des Nitriermittels wird zwischen Gas , Salzbad Plasma und Pulvernitrieren unterschieden. Auf Nitrierprozesse sind verschiedene Varianten möglich welche den Schichtcharakter bestimmen.

## Karbonitrieren

Hierbei tritt eine Aufnahme von Stickstoff und Kohlenstoff ein wobei der Kohlenstoff das dominierende Medium ist .Die Arbeitstemperatur liegt bei ca. 750 °C. Es werden Schichtdicken von ca. 0,2mm erreicht. Dieses Verfahren wird häufig bei unlegiertem Stahl angewandt.

## Nitrokarbonieren

Hierbei tritt eine Aufnahme von Stickstoff und Kohlenstoff ein wobei der Stickstoff das dominierende Medium ist. Die Nitrierschicht besteht anschließend aus zwei Zonen. Eine sehr harte Außenschicht ca. 0,02mm und darunter eine noch härtere Schicht von ca. 0,2mm. Dieses Verfahren wird auch häufig als Nikotieren, Tenifieren, Cyanieren und Pulvernitrieren bezeichnet.

## Plasmanitrieren

Hierbei wird das Nitriergas unter Einfluß eines elektrischen Feldes elektrisch leitend. Die in einer Retorte aufgehängten Werkstücke wirken hierbei als Kathode. Durch Stoßenergie dringen die entstandenen Stickstoffionen (Plasma) in die Stahloberfläche ein. Die Dicke, Härte und Homogenität der Nitrierschicht haben hierbei die besten Ergebnisse.

## Badnitrieren

Das Badnitrieren wird in einer Salzschnmelze durchgeführt. Im Salzbad diffundiert der darin enthaltene Stickstoff in die Werkstückoberfläche ein. Durch die niedrigen Arbeitstemperaturen von ca. 580 °C tritt nur eine sehr geringe Maßänderung auf.

## Reingasnitrieren

Durch den Stickstoffspender Ammoniakgas werden Härtetiefen bis 0,4mm erreicht. Der Vorgang ist nur bei legierten Stahlsorten anwendbar und dauert mehrere Tage.

## Vakuumhärten

Dieses Verfahren wird häufig dann angewandt, wenn bei den Werkstücken eine hohe Oberflächenqualität gefordert wird. Durch das Fehlen von Sauerstoff bleibt die Oberfläche blank. Nach dem Austenitisieren in Vakuum wird unter starkem Druck Stickstoff durch die Charge geblasen und durch Kühlkanäle wieder zurückgeführt. In dieser Weise können abkühlkritische Stahlsorten in der Vakuumretorte selbst gehärtet werden. Man kann auch nach dem Erhitzen im Vakuum die Aktivgase hinzufügen, die man zum Aufkohlen oder Nitrieren braucht.

## Schutzgashärten

In Spezialöfen mit hitzebeständigen Retorten wird ein Schutzgas eingebracht, das sich neutral gegenüber dem Stahl verhält und somit die Oberfläche vor Anfressungen und Verzunderung schützt. Hier können genauso Gase eingeführt werden, die man zum Aufkohlen oder Nitrieren braucht.

## Wirbelbett Öfen

Diese Öfen sind was die Wärmeübertragung betrifft mit Salzbadöfen vergleichbar, jedoch wird hier das Medium Aluminium - Oxidpulver eingesetzt, das durch viele kleine Bohrungen im Boden der Retorte mit Luft durchströmt wird. Das auf die erforderliche Temperatur erhitzte Aluminium - Oxidpulver gerät in schnelle Bewegung und durchflutet somit das gesamte Werkstück. Bei diesem Verfahren entfällt das Abspülen von Salzurückständen .Hier können auch Gase durchgeführt werden, die man zum Aufkohlen oder Karbonitrieren braucht.

## Borieren

Dieser thermochemische Prozeß ist mit dem Aufkohlen in Kästen verwandt indem mit 900 °C in Borid abgebenden Mitteln geglüht wird. Hierbei entstehen sehr harte Oberflächenschichten mit einer Tiefe bis zu 0,1mm. Angewandt wird dieses Verfahren bei un - und schwach legierten Stahlsorten.

## Altern

Um träge Änderungen in der Feinstruktur zu vermeiden wird der gehärtete Stahl lange Zeit (50-100 Stunden) auf eine Temperatur von ca. 120 °C gehalten - mit zwischenzeitlicher Abkühlung in kaltem Wasser.

## Flammenhärten

Hierbei wird die Stahloberfläche mit einem Brenner schnell auf die Härtetemperatur gebracht. Danach erfolgt ein Abschrecken mit kräftigen Brausen. Die Härtetiefe liegt hierbei zwischen 2 und 10mm . Der behandelte Stahl sollte genügend Kohlenstoff enthalten. Der Vorteil bei diesem Verfahren liegt unter anderem darin, daß ein Werkstück auch partiell gehärtet werden kann.



# Einsatzhärtungstiefe (Eht) und zulässige Abweichungen

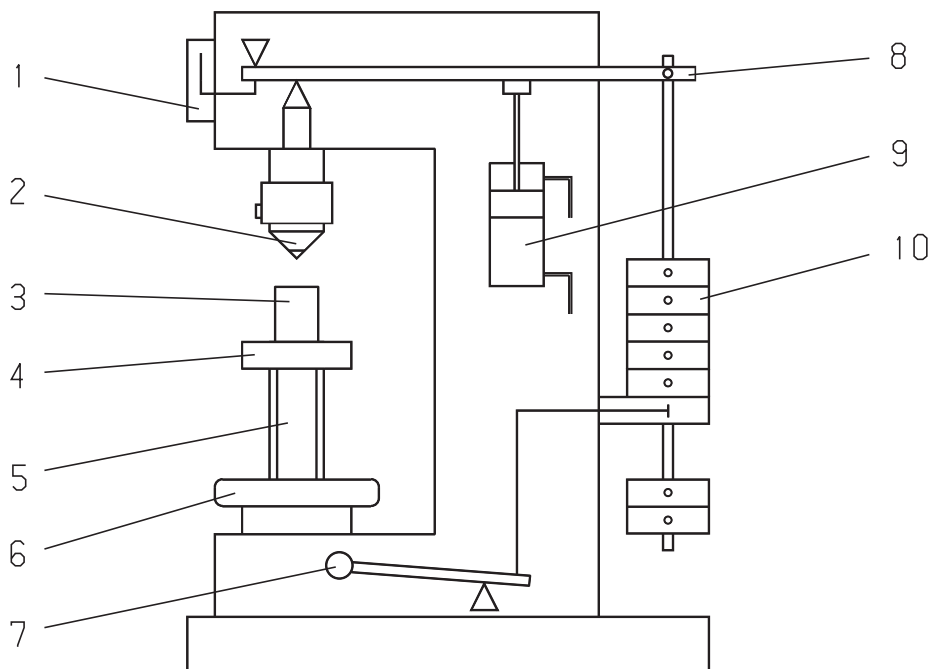
Eht [mm]	Zulässige Abweichung [mm]
0,05	+ 0,03
0,07	+ 0,05
0,10	+ 0,10
0,30	+ 0,20
0,50	+ 0,30
0,80	+ 0,40
1,20	+ 0,60
1,60	+ 0,80
2,00	+ 1,00

## Hinweis zur Härteprüfung

Bei der Rockwellprüfung entspricht die Maßeinheit (Rockwelleinheit) einer Änderung der Eindringtiefe des Prüfdiamanten um 0,002 mm. Um zunehmende Härte durch ansteigende Zahlen auszudrücken, zeigt die Meßuhr einen Härtewert an, der der Differenz 100 - (Eindringtiefe in Maßeinheiten) entspricht. Die Eindringtiefe z. B. bei HRc = 60 beträgt demnach  $(100-60) \times 0,002 = 0,08$  mm.

Die Stärke des Prüflings soll mindestens das Zehnfache der Eindringtiefe betragen. Der Abstand von Prüfeindruck zu Prüfeindruck soll nicht unter 3 mm liegen. Bei der Härteprüfung von aufgekohlten Stählen ist darauf zu achten, daß bei 150 kg Belastung die Einsatztiefe über 0,5 mm liegen muß. Mit 62,5 bzw. 60 kg prüft man Einsatziefen von 0,3 bis 0,5 mm.

## Schematische Darstellung eines Härteprüfgerätes



- 1) Ablese skala
- 2) Eindringkörper mit Fassung
- 3) Probe
- 4) Prüftisch
- 5) Gewindespindel
- 6) Handrad (Höhenverstellung)
- 7) Auslösehebel
- 8) Hebelsystem
- 9) Stossdämpfer
- 10) Prüfkraftgewichte