



# 钢铁之家

www.steels.org.cn

# 全球钢号百科!

## Global Steel Grade Encyclopedia



涵盖的行业或国家与地区类别



国际材料与试验协会

GJB

国家军用标准



动力机械工程师协会

EU

前欧洲标准化

AISI

美国钢铁学会



德国工业标准

AMS

航空航天材料规范



国际标准

JASO

日本汽车标准组织

EN

欧洲标准

JB

中国机械行业标准

UNS

统一编号系统

UNI

意大利标准



美国机械工程师协会

SS

瑞典标准



国家标准



日本工业标准

钢铁之家  
www.steels.org.cn



**BÖHLER S790**  
**MICROCLEAN®**

SCHNELLARBEITSSTAHL  
HIGH SPEED STEEL

[www.steels.org.cn](http://www.steels.org.cn)

Qualitativer Vergleich der wichtigsten  
Eigenschaftsmerkmale

Qualitative comparison of the major  
steel properties

Marke / Grade BÖHLER	Warmhärte Red hardness	Verschleißwiderstand Wear resistance	Zähigkeit Toughness	Schleifbarkeit Grindability	Druckbelastbarkeit Compressive strength
S200	■	■	■	■	■
S400	■	■	■	■	■
S401	■	■	■	■	■
S404	■	■	■	■	■
S500	■	■	■	■	■
S600	■	■	■	■	■
S607	■	■	■	■	■
S700	■	■	■	■	■
S705	■	■	■	■	■
S290 MICROCLEAN	■	■	■	■	■
S390 MICROCLEAN	■	■	■	■	■
S590 MICROCLEAN	■	■	■	■	■
S690 MICROCLEAN	■	■	■	■	■
S790 MICROCLEAN	■	■	■	■	■

Die Tabelle soll einen Anhalt für die Auswahl von Stählen bieten. Sie kann jedoch die unterschiedlichen Beanspruchungsverhältnisse für verschiedene Einsatzgebiete nicht berücksichtigen. Unser technischer Beratungsdienst steht Ihnen für alle Fragen der Stahlverwendung und -verarbeitung jederzeit zur Verfügung.

This table is intended to facilitate the steel choice. It does not, however, take into account the various stress conditions imposed by the different types of application. Our technical consultancy staff will be glad to assist you in any questions concerning the use and processing of steels.

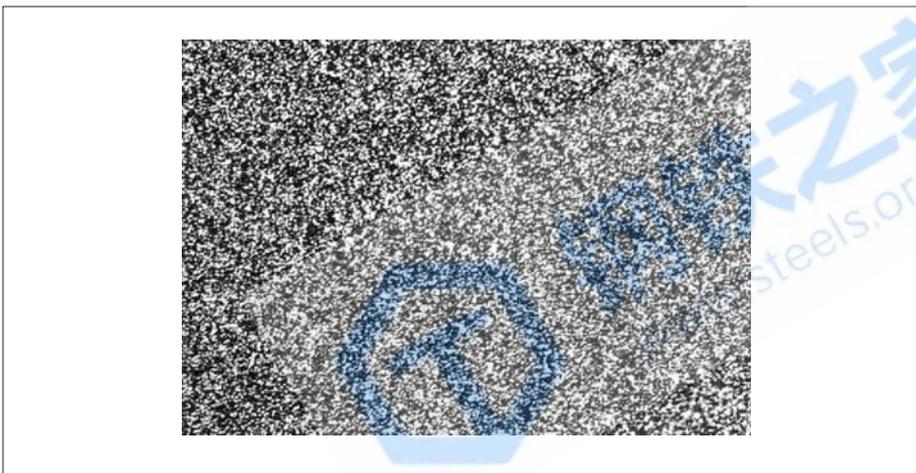
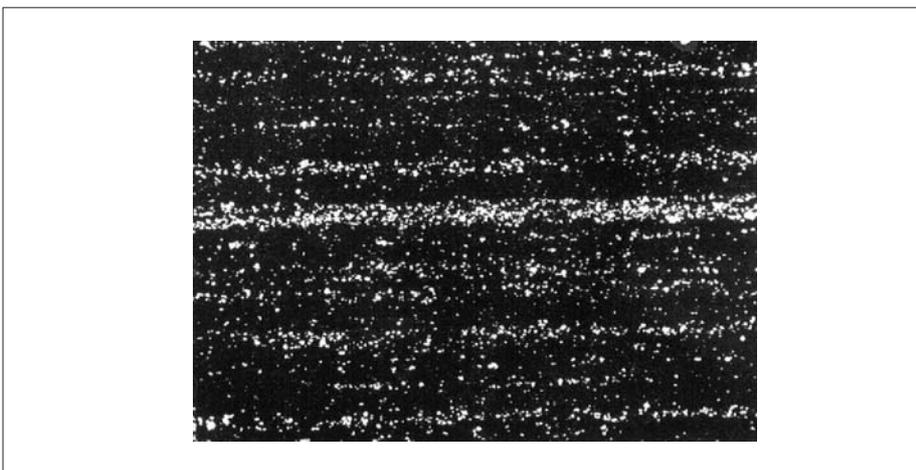
---

**BÖHLER S790 MICROCLEAN**

wird pulvermetallurgisch hergestellt.  
Ausgehend von seigerungsfreien und homogenen Legierungspulvern mit höchstem Reinheitsgrad und entsprechender Körnigkeit wird in einem Diffusionsprozeß unter Druck und Temperatur ein homogener, seigerungsfreier Schnellarbeitsstahl mit praktisch isotropen Eigenschaften hergestellt.

**BÖHLER S790 MICROCLEAN**

is produced by powder-metallurgy methods. Segregation-free and homogeneous metal powders of highest purity and adequate granulation are processed to homogeneous and segregation-free high speed steels of virtually isotropic properties in a diffusion process taking place at high pressures and temperatures.

**Vergleich der Karbidverteilung und Karbidgröße (V = 100:1)****Comparison of carbide distribution and carbide size (M = 100 x)****Pulvermetallurgisch****Powder-metallurgy material****Konventionell****Conventionally cast material**

## Eigenschaften

Pulvermetallurgisch hergestellter Schnellarbeitsstahl mit guter Warmhärte, Druckbelastbarkeit und Verschleißfestigkeit.

Aufgrund der PM-Technologie gute Zähigkeit und ausgezeichnete Verarbeitbarkeit, z.B. beste Schleifbarkeit.

## Properties

High speed steel produced by powder- metallurgy methods with good red hardness, compressive strength and wear resistance.

The PM technology imparts to the material also excellent toughness and machinability properties, e.g. highly satisfactory grindability.

## Verwendung

### Hochleistungs-Zerspanungs-Werkzeuge

Nicht nur für die Bearbeitung von Stahl, sondern auch von Nichteisenmetallwerkstoffen, wie Nickelbasis- und Titanlegierungen.

- Schneidräder
- Abwälzfräser
- Allgemeine Fräser
- Räumwerkzeuge aller Art
- Maschinengewindebohrer
- Spiralbohrer
- Gewindestrehler
- Reibahlen
- Bimetallsägebänder

## Applications

### Heavy-duty machining tools

Not only for the machining of steels but also for nonferrous metals such as nickel-base and titanium alloys

- shaper cutters
- hobs
- milling cutters
- broaching tools of all types
- taps
- twist drills
- chasing tools
- reamers
- bimetal strips for saw blades

## Werkzeuge für höchste Druckbelastbarkeit

z.B. Feinschneiden hochfester Werkstoffe

- Schneidstempel, Umformstempel
- Matrizen

## Tools used under extreme compressive stresses

e. g. precision blanking tools for high-strength materials

- shaping punches
- dies

### Chemische Zusammensetzung (Anhaltswerte in %) / Chemical composition (average %)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
1,29	0,60	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30

## Normen

**DIN /EN**  
< 1.3345 >  
HS6-5-3C

**ASTM**  
~ M3 Class 2

## Standards

**UNS**  
~ T11323

## Warmformgebung

### Schmieden:

1100 bis 900°C

Langsame Abkühlung im Ofen oder in wärmeisolierendem Material.

## Hot forming

### Forging:

1100 to 900°C (2012 to 1652°F)

Slow cooling in furnace or in thermoinsulating material.

## Wärmebehandlung

### Weichglühen:

870 bis 900°C

Der Stahl ist vor Entkohlung zu schützen.

Nach Durchwärmen des Materials wird geregelt langsam (max. 10°C/h) in Ofen bis etwa 700°C abgekühlt.

Danach Endabkühlung frei in Luft.

Härte nach dem Weichglühen:

**max. 280 HB.**

## Heat treatment

### Annealing:

870 to 900°C (1598 to 1652°F)

The steel needs to be protected against decarburization. Through heating of the material is followed by controlled, slow furnace cooling at a maximum cooling rate of 10°C (50°F) per hour, down to approx. 700°C (1292°F).

Final cooling in air.

Hardness after annealing:

**280 Brinell, max.**

### Spannungsarmglühen:

Bei der Grobbearbeitung können Spannungen entstehen, die beim Härten zu Verzug führen.

Die Spannungen werden abgebaut durch Erwärmen auf 600 bis 650°C.

Haltezeit 2 Stunden nach vollständigem Durchwärmen. Langsame Abkühlung in Ofen bis 500°C, dann frei an der Luft.

### Stress relieving:

Rough machining may cause stresses leading to distortion during hardening.

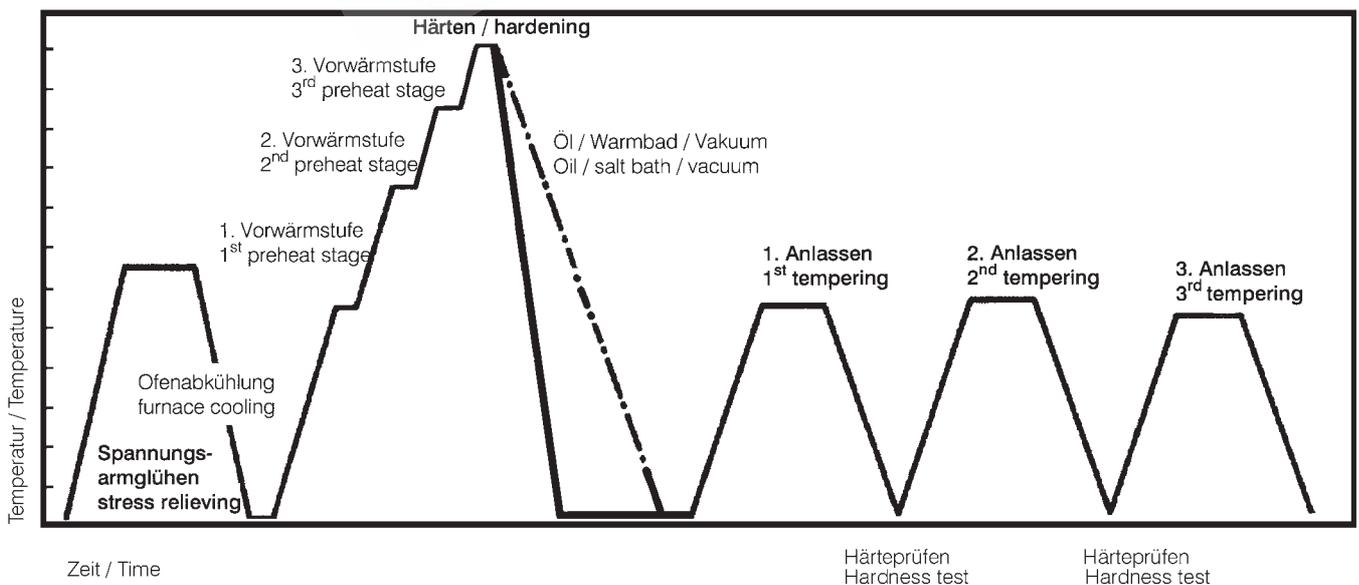
These stresses are relieved by heating to 600 to 650°C (1112 - 1202°F).

Holding for 2 hours after through heating.

Slow furnace cooling down to 500°C (932°F), followed by cooling in air.

### Härten:

### Hardening:



**Vorwärmen:****Beim Salzbadhärten:**

Erste Stufe: 450 bis 550°C z. B. in Konvektionsofen.

Zweite Stufe: 850 bis 900°C in Salzbad.

Dritte Stufe: 1050°C in Salzbad (bei hohen Austenitisierungstemperaturen notwendig).

**Im Vakuumofen:**

Erste Stufe: kontinuierliche Erwärmung auf 450 bis 550°C und Haltedauer bis Temperatenausgleich.

Zweite Stufe: kontinuierliche Erwärmung auf 850 bis 900°C und Haltedauer bis Temperatenausgleich.

Dritte Stufe: kontinuierliche Erwärmung auf 1050°C und Haltedauer bis Temperatenausgleich (nur bei hohen Austenitisierungstemperaturen notwendig).

**Austenitisierung:**

1050 bis 1180°C

Die Temperatur wird laut Tabelle 2 gewählt, um die gewünschte Arbeitshärte zu erreichen. Tauchzeit laut Diagramm 3 beim Salzbadhärten und laut Diagramm 4 beim Vakuumhärten.

**Preheating:****Salt bath hardening:**

First stage: 450 to 550°C (842 to 1022°F), e.g. in the convection furnace.

Second stage: 850 to 900°C (1562 to 1652°F) in the salt bath.

Third stage: 1050°C (1922°F) in the salt bath (required in the event of high austenitising temperatures).

**In the vacuum furnace:**

First stage: continuous heating to 450 to 550°C (842 to 1022°F) and holding until temperature equalization.

Second stage: continuous heating to 850 to 900°C (1562 to 1652°F) and holding until temperature equalization.

Third stage: continuous heating to 1050°C (1922°F) and holding until temperature equalization (required only in the event of high austenitising temperatures).

**Austenitising:**

1050 to 1180°C (1922 to 2156°F)

The temperature is chosen according to table 2 in order to obtain the required operating hardness. Immersion time according to chart 3 for salt bath hardening, and according to chart 4 for vacuum hardening.

Tabelle 2 / Table 2

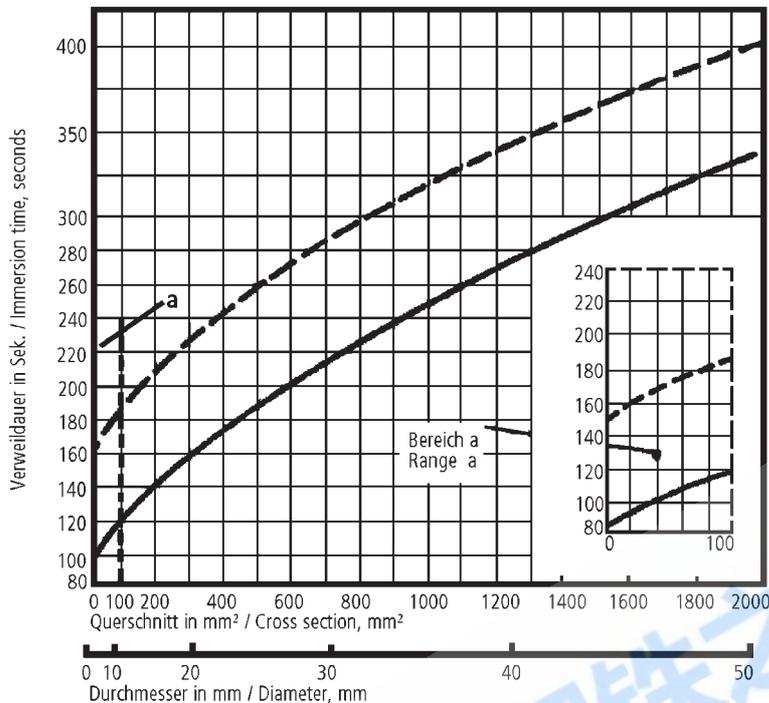
Richtwerte für das Härten / Standard values for hardening		
Härte Hardness HRC*	Härtetemperatur Hardening temperature °C (°F)	Verwendung / Applications
60	1050°C (1922°F)	<b>Kaltarbeitswerkzeuge</b> zum Schneiden, Stanzen, Umformen, Fließpressen sowie Rund- und Langmesser u.a.m. <b>Cold work tools</b> for cutting, punching, forming, and extrusion operations, circular and straight knives, etc.
61	1075°C (1967°F)	
62	1100°C (2012°F)	
63	1120°C (2048°F)	
64	1140°C (2084°F)	
65	1160°C (2120°F)	
66	1180°C (2156°F)	
65	1160°C (2120°F)	<b>Zerspanungswerkzeuge</b> , wie Fräser, Gewindewerkzeuge, Räumnadeln u.a.m. <b>Machining tools</b> such as milling cutters, threading tools, broaches, etc.
66	1180°C (2156°F)	

\*) Anlassen 3 x 1 Stunde bei 560°C

\*) Tempering 3 x 1 hour at 560°C (1040°F)

## Verweildauer-Diagramm (Salzbad)

## Immersion time chart (salt bath)



Austenitisierdauer  
(Haltedauer auf Härtetemperatur):  
 — 80 Sekunden  
 - - - - - 150 Sekunden  
 Vorwärmung bei 550°C, 850°C und 1050°C.

Austenitising time  
(hardening temperature)  
 — 80 seconds  
 - - - - - 150 seconds  
 Preheating at 550°C (1022°F),  
 850°C (1562°F) and 1050°C (1922°F).

### Abschrecken:

#### Salzbadhärten:

Abschrecken in frischem Salzbad bei 550°C. Tauchzeit bis Temperaturengleich. Langsame Weiterkühlung in ruhiger Luft bis mindestens Handwärme (d.h. die Werkzeuge müssen mit blossen Händen angefasst werden können).

Abschrecken in Öl ergibt bei sehr groben Querschnitten die richtige Härte, jedoch riskiert man dabei stärkeren Verzug.

#### Vakuumhärten:

Abschrecken mit etwa 4 bar Stickstoff.

Die Gaszirkulation rund um die Werkzeuge darf nicht behindert werden.

Noch höhere Gasdrücke sind manchmal notwendig um die richtige Härte zu erreichen.

Besonders wichtig ist die Abschreckgeschwindigkeit im Temperaturbereich 1050 bis 600°C.

Wenn hohe Gasdrücke zu Verzug führen, ist es zweckmässig, die Zirkulation bei Werkzeugoberflächentemperaturen von etwa 400°C abzuschalten (siehe Salzbadhärten).

Kühlung mit entsprechender Ausgleichzeit bis mindestens 50°C.

### Quenching:

#### Salt bath hardening:

Quenching in a fresh salt bath at 550°C (1022°F). Immersion time until temperature equalization. Slow cooling in still air down to a temperature at which the tools can be touched with bare hands. Quenching in oil yields the right hardness for very large cross sections, but increases the risk of distortion.

#### Vacuum hardening:

Quenching in nitrogen at approx. 4 bar.

The gas circulation around the tools must be unobstructed.

For obtaining the required hardness it is sometimes necessary to use higher gas pressures.

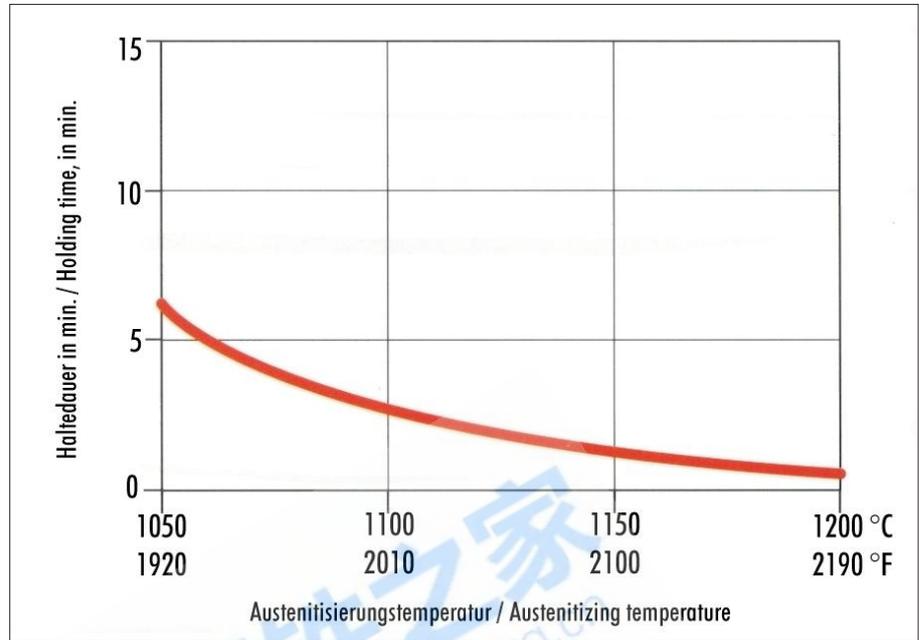
Particular attention must be paid to ensuring the proper quenching rate in the temperature range between 1050°C (1922°F) and 600°C (1112°F).

Wherever high gas pressures lead to distortion, the gas circulation should be shut off at material surface temperatures of approx. 400°C (750°F) (see salt bath hardening).

Cooling with appropriate equalization time down to at least 50°C (122°F).

**Empfohlene Haltezeit,  
Wirbelbett, Vakuum- oder Luftdruck-  
ofen**

**Recommended holding time,  
fluidized bed, vacuum or atmosphere  
furnace**



**Anlassen:**

Die PM-Schnellarbeitsstähle sind dreimal anzulassen um das richtige Gefüge zu erzielen.

**Tempering:**

PM high speed steels need to be tempered three times in order to obtain the required structure.

Nach dem Abschrecken von 1180°C.

After quenching from 1180°C (2155°F)



Nach einmaligem Anlassen bei 560°C.

After single tempering at 560°C (1040°F)

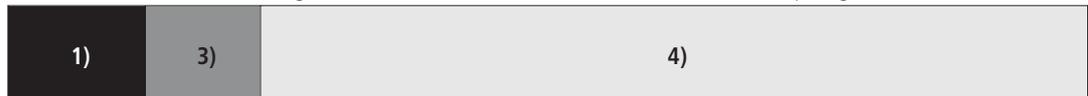
- 1) Ungelöste Karbide
- 2) Restaustenit
- 3) Nicht angelassener Martensit
- 4) Angelassener Martensit



Nach zweimaligem Anlassen bei 560°C.

After double tempering at 560°C (1040°F)

- 1) Undissolved carbides
- 2) Retained austenite
- 3) Untempered martensite
- 4) Tempered martensite



Nach dreimaligem Anlassen bei 560°C.

After triple tempering at 560°C (1040°F)



### Anlassen:

Langsames Erwärmen auf die Anlasstemperatur unmittelbar nach dem Abschrecken.

Normalerweise ist Anlassen bei 560°C zu empfehlen.

Die Haltedauer nach dem vollständigem Durchwärmen muß jedesmal 1 bis 2 Stunden betragen.

Langsame Abkühlung zur Sicherstellung der Restaustenitumwandlung, die überwiegend bei einer Temperatur von max. 50°C sichergestellt ist.

Das Anlassschaubild zeigt typische Härtewerte nach verschiedenen Austenitisierungs- und Anlass-temperaturen.

### Tempering:

Slow heating to tempering temperature immediately after quenching.

The generally recommended tempering temperature is 560°C (1040°F).

Through heating must in each case be coupled with a holding time of 1 to 2 hours.

Slow cooling to ensure retained austenite transformation, which is generally guaranteed at temperatures of a maximum of 50°C (122°F).

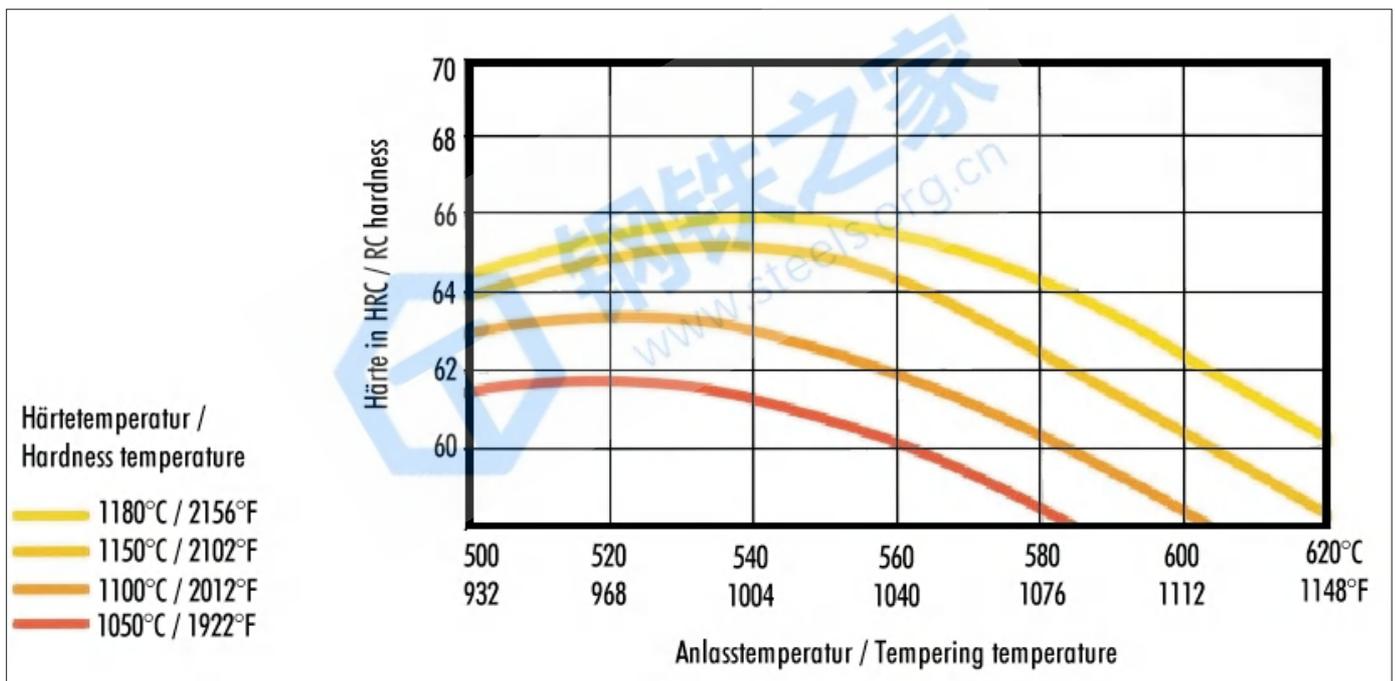
The tempering chart shows typical hardness values resulting from different austenitizing and tempering temperatures.

### Anlassschaubild

Probenquerschnitt: Vkt. 25 mm

### Tempering chart

Specimen size: square 25 mm



### Oberflächenbehandlung

#### Nitrieren:

Für Bad-, Plasma- und Gasnitrierung geeignet.

### Surface treatment

#### Nitriding:

Suited for bath, plasma and gas nitriding.

#### Beschichten

In bestimmten Fällen ist eine PVD-Beschichtung zu empfehlen.

CVD-Beschichten ist ebenfalls möglich.

### Coating

PVD coating is recommended for certain applications.

CVD coating can also be used.

**ZTU-Schaubild  
für kontinuierliche Abkühlung /  
Continuous cooling  
CCT curves**

Chemische Zusammensetzung (Anhaltswerte in %) / Chemical composition (average %)												
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Cu	Co	
1,29	0,50	0,30	0,024	0,020	4,20	5,00	0,15	3,00	6,30	0,15	0,25	

Austenitising temperature: 1180°C  
Haltedauer: 180 Sekunden

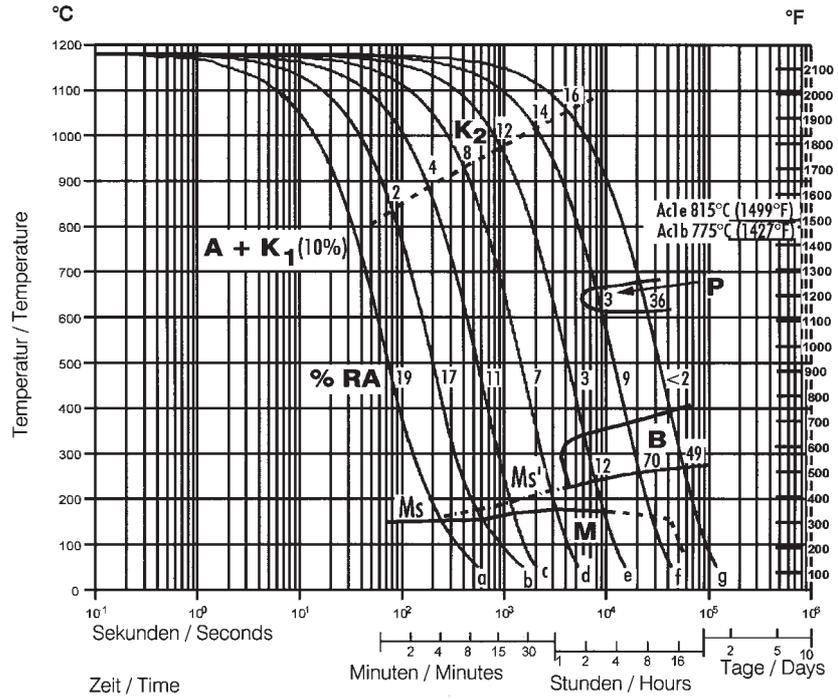
Austenitising temperature: 1180°C (2156°F)  
Holding time: 180 seconds

K1... Während der Austenitierung nicht gelöster Karbidanteil (10%) / Carbides which are not dissolved during austenitisation (10%)

K2... Beginn der Karbidausscheidung während der Abkühlung von der Austenitierungstemperatur / Starting of carbide precipitation during quenching from austenitising temperature

Ms-Ms':  
Bildung von Korngrenzenmartensit / Range of grain boundary martensite for mation

- A.... Austenit / Austenite
- B.... Bainit / Bainite
- P.... Perlit / Perlite
- M... Martensit / Martensite
- RA.. Restaustenit / Retained austenite



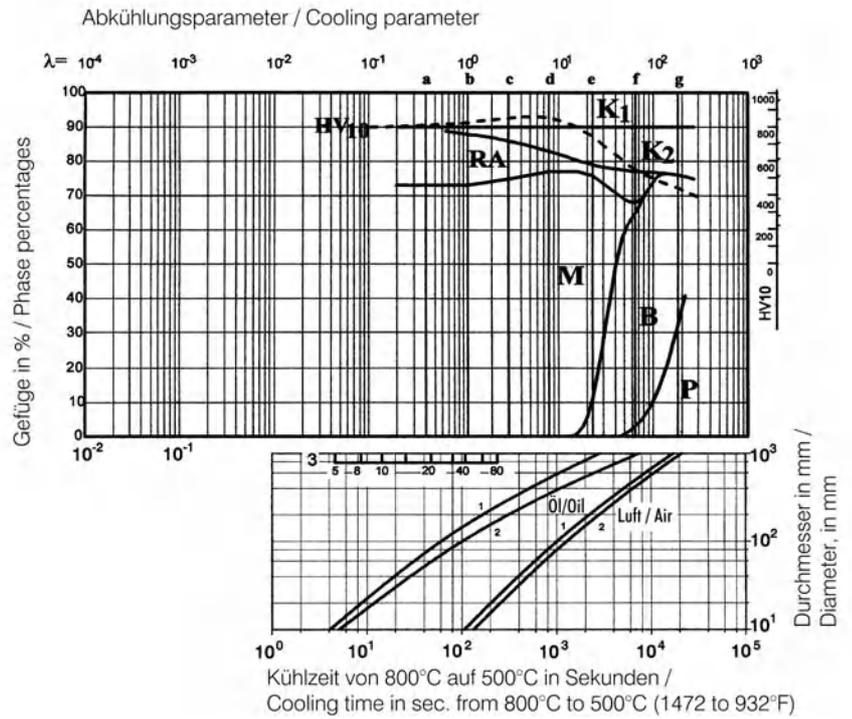
Probe Sample	$\lambda$	HV <sub>10</sub>
a	0,4	811
b	1,1	827
c	3,0	854
d	8,0	855
e	23	751
f	65	560
g	180	448

**Gefügemengenschaubild /  
Quantitative phase diagram**

Chemische Zusammensetzung (Anhaltswerte in %) / Chemical composition (average %)											
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Cu	Co
1,29	0,50	0,30	0,024	0,020	4,20	5,00	0,15	3,00	6,30	0,15	0,25

- A.... Austenit / Austenite
- B.... Bainit / Bainite
- P.... Perlit / Perlite
- M.... Martensit / Martensite
- RA.. Restaustenit / Retained austenite

- 1.....Werkstückrand / Edge or face
- 2.....Werkstückzentrum / Core
- 3.....Jominy Probe: Abstand von der Stirnfläche /  
Jominy test: distance from the face end



## Bearbeitungshinweise

(Wärmebehandlungszustand weichgeglüht, Richtwerte)

<b>Drehen mit Hartmetall</b>				
Schnitttiefe mm	0,5 bis 1	1 bis 4	4 bis 8	über 8
Vorschub mm/U	0,1 bis 0,3	0,2 bis 0,4	0,3 bis 0,6	0,5 bis 1,5
BOEHLERIT- Hartmetallsorte	SB10,SB20	SB10, SB20, EB10	SB30, EB20	SB30, SB40
ISO - Sorte	P10,P20	P10, P20, M10	P30, M20	P30, P40
<b>Schnittgeschwindigkeit, m/min</b>				
Wendeschnidplatten Standzeit 15 min	210 bis 150	160 bis 110	110 bis 80	70 bis 45
Gelötete Hartmetallwerkzeuge Standzeit 30 min	150 bis 110	135 bis 85	90 bis 60	70 bis 35
Beschichtete Wendeschnidplatten Standzeit 15 min BOEHLERIT ROYAL 121 BOEHLERIT ROYAL 131	bis 210 bis 140	bis 180 bis 140	bis 130 bis 100	bis 80 bis 60
Schneidwinkel für gelötete Hartmetallwerkzeuge Spanwinkel Freiwinkel Neigungswinkel	6 bis 12° 6 bis 8° 0°	6 bis 12° 6 bis 8° - 4°	6 bis 12° 6 bis 8° - 4°	6 bis 12° 6 bis 8° - 4°

<b>Drehen mit Schnellarbeitsstahl</b>			
Schnitttiefe mm	0,5	3	6
Vorschub mm/U	0,1	0,4	0,8
BÖHLER/DIN-Sorte	S700 / DIN S10-4-3-10		
<b>Schnittgeschwindigkeit, m/min</b>			
Standzeit 60 min	30 bis 20	20 bis 15	18 bis 10
Spanwinkel	14°	14°	14°
Freiwinkel	8°	8°	8°
Neigungswinkel	-4°	-4°	-4°

<b>Fräsen mit Messerköpfen</b>		
Vorschub mm/U	bis 0,2	0,2 bis 0,4
<b>Schnittgeschwindigkeit, m/min</b>		
BOEHLERIT SBF/ ISO P25	150 bis 100	110 bis 60
BOEHLERIT SB40/ ISO P40	100 bis 60	70 bis 40
BOEHLERIT ROYAL 131 / ISO P35	130 bis 85	--

<b>Bohren mit Hartmetall</b>			
Bohrerdurchmesser mm	3 bis 8	8 bis 20	20 bis 40
Vorschub mm/U	0,02 bis 0,05	0,05 bis 0,12	0,12 bis 0,18
BOEHLERIT / ISO-Hartmetallsorte	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10
<b>Schnittgeschwindigkeit, m/min</b>			
	50 bis 35	50 bis 35	50 bis 35
Spitzenwinkel	115 bis 120°	115 bis 120°	115 bis 120°
Freiwinkel	5°	5°	5°

## Recommendation for machining

(Condition annealed, average values)

Turning with carbide tipped tools				
depth of cut mm	0,5 to 1	1 to 4	4 to 8	over 8
feed, mm/rev.	0,1 to 0,3	0,2 to 0,4	0,3 to 0,6	0,5 to 1,5
BOEHLERIT grade	SB10, SB20	SB10, SB20, EB10	SB30, EB20	SB30, SB40
ISO grade	P10, P20	P10, P20, M10	P30, M20	P30, P40
cutting speed, m/min				
indexable carbide inserts edge life 15 min	210 to 150	160 to 110	110 to 80	70 to 45
brazed carbide tipped tools edge life 30 min	150 to 110	135 to 85	90 to 60	70 to 35
hardfaced indexable carbide inserts edge life 15 min BOEHLERIT ROYAL 121 BOEHLERIT ROYAL 131	up to 210 up to 140	up to 180 up to 140	up to 130 up to 100	up to 80 up to 60
cutting angles for brazed carbide tipped tools rake angle clearance angle angle of inclination	6 to 12° 6 to 8° 0°	6 to 12° 6 to 8° - 4°	6 to 12° 6 to 8° - 4°	6 to 12° 6 to 8° - 4°

Turning with HSS tools			
depth of cut, mm	0,5	3	6
feed, mm/rev.	0,1	0,4	0,8
HSS-grade BÖHLER/DIN	S700 / DIN S10-4-3-10		
cutting speed, m/min			
edge life 60 min	30 to 20	20 to 15	18 to 10
rake angle	14°	14°	14°
clearance angle	8°	8°	8°
angle of inclination	-4°	-4°	-4°

Milling with carbide tipped cutters		
feed, mm/tooth	up to 0,2	0,2 to 0,4
cutting speed, m/min		
BOEHLERIT SBF/ ISO P25	150 to 100	110 to 60
BOEHLERIT SB40/ ISO P40	100 to 60	70 to 40
BOEHLERIT ROYAL 131 / ISO P35	130 to 85	--

Drilling with carbide tipped tools			
drill diameter, mm	3 to 8	8 to 20	20 to 40
feed, mm/rev.	0,02 to 0,05	0,05 to 0,12	0,12 to 0,18
BOEHLERIT / ISO-grade	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10
cutting speed, m/min			
	50 to 35	50 to 35	50 to 35
top angle	115 to 120°	115 to 120°	115 to 120°
clearance angle	5°	5°	5°

---

## Physikalische Eigenschaften

## Physical properties

Dichte bei /  
Density at .....20°C (68°F).....8,0.....kg/dm<sup>3</sup>

Wärmeleitfähigkeit bei /  
Thermal conductivity at .....20°C (68°F).....24,0.....W/(m.K)

Spezifische Wärme bei /  
Specific heat at .....20°C (68°F).....420.....J/(kg.K)

Spez. elektr. Widerstand bei /  
Electrical resistivity at .....20°C (68°F).....0,54.....Ohm.mm<sup>2</sup>/m

Elastizitätsmodul bei /  
Modulus of elasticity at .....20°C (68°F).....230x10<sup>3</sup>.....N/mm<sup>2</sup>

Wärmeausdehnung zwischen 20°C und ...°C, 10 <sup>-6</sup> m/(m.K) bei Thermal expansion between 20°C (68°F) and ...°C (°F), 10 <sup>-6</sup> m/(m.K) at						
100°C 212°F	200°C 392°F	300°C 572°F	400°C 752°F	500°C 932°F	600°C 1112°F	700°C 1292°F
11,5	11,7	12,2	12,4	12,7	13,0	12,9

Für Anwendungen und Verarbeitungsschritte, die in der Produktbeschreibung nicht ausdrücklich erwähnt sind, ist in jedem Einzelfall Rücksprache zu halten.

As regards applications and processing steps that are not expressly mentioned in this product description/data sheet, the customer shall in each individual case be required to consult us.