

**S790**



**BÖHLER S790**  
**MICROCLEAN®**

**SCHNELLARBEITSSTAHL**  
Pulvermetallurgisch hergestellt

**HIGH SPEED STEEL**  
produced by powder-metallurgy methods



# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Qualitativer Vergleich der wichtigsten  
Eigenschaftsmerkmale

Qualitative comparison of the major  
steel properties

BÖHLER Marke / Grade	Warmhärte Red hardness	Verschleißwiderstand Wear resistance	Zähigkeit Toughness	Schleifbarkeit Grindability	Druckbelastbarkeit Compressive strength
S200					
S400					
S401					
S404					
S500					
S600					
S607					
S700					
S705					
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®

---

## **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**

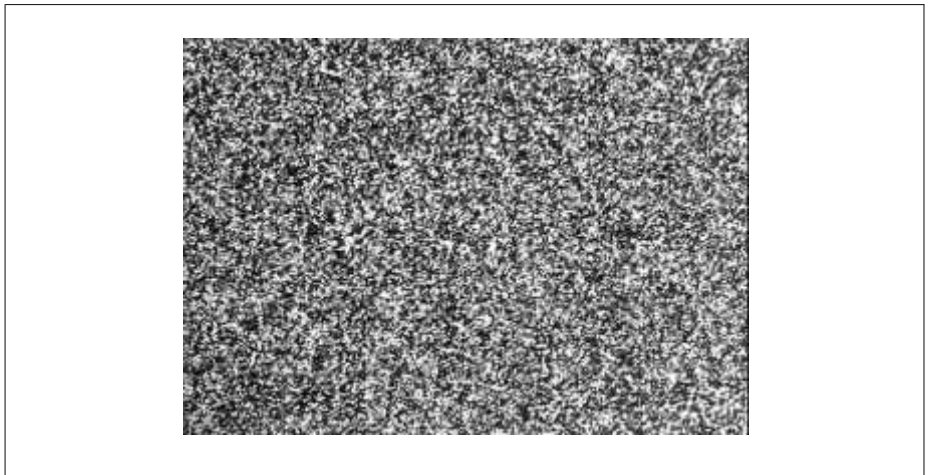
is produced by powder-metallurgy methods. Segregation-free and homogeneous metal powders of highest purity and adequate granulation are processed to homogeneous and segregation-free high speed steels of virtually isotropic properties in a diffusion process taking place at high pressures and temperatures.

## **Vergleich der Karbidverteilung und Karbidgröße (V = 100:1)**

## **Comparison of carbide distribution and carbide size (M = 100 x)**

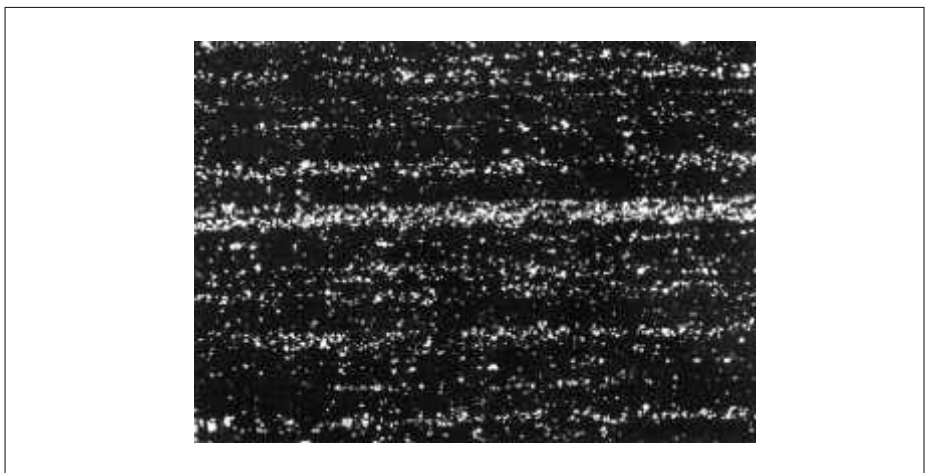
Pulvermetallurgisch

Powder-metallurgy material



Konventionell

Conventionally cast material



# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## 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

### Werkzeuge für höchste Druckbelastbarkeit

Z.B. Feinschneiden hochfester Werkstoffe

- Schneidstempel, Umformstempel
- Matrizen

## 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

### Tools used under extreme compressive stresses

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

- shaping punches
- dies

## Chemische Zusammensetzung

(Anhaltswerte in %)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
1,30	0,50	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30

## Chemical analysis

(Average values, in %)

## Normen

**DIN**  
~ 1.3344  
~ HS6-5-3

**EN**  
1.3345  
HS6-5-3C

## Standards

**ASTM**  
~ M3 Class 2

**UNS**  
~ T11323

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## 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:

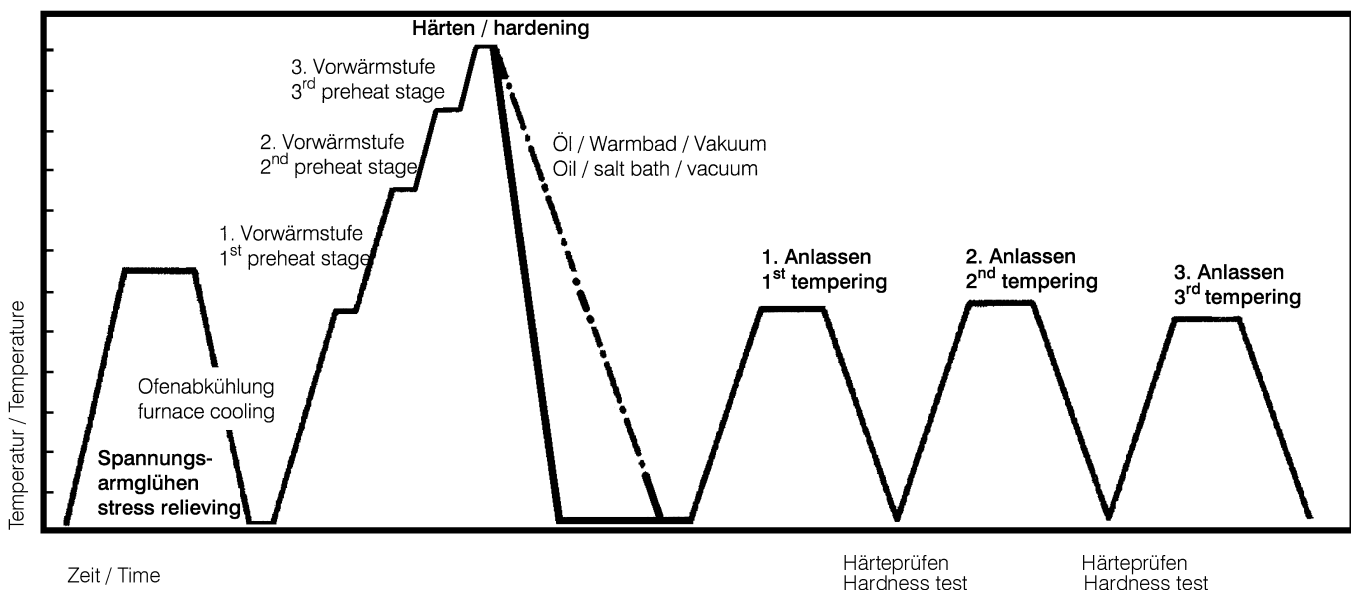
Bei der Grobbearbeitung können Spannungen entstehen, die beim Härten zu Verzug führen. Die Spannungen werden abgebaut durch Erwärmen auf 600 - 650°C. Haltedauer 2 Stunden nach vollständigem Durchwärmen. Langsame Abkühlung in Ofen bis 500°C, dann frei an der Luft.

### Stress relieving:

Rough machining may cause stresses leading to distortion during hardening. These stresses are relieved by heating to 600 - 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:



# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## Vorwärmen:

### Beim Salzbadhärten:

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

Zweite Stufe: 850 - 900°C in Salzbad.

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

### Im Vakuumofen:

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

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

Dritte Stufe: kontinuierliche Erwärmung auf 1050°C und Haltedauer bis Temperatureausgleich (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 - 550°C (842 - 1022°F), e.g. in the convection furnace.

Second stage: 850 - 900°C (1562 - 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 - 1022°F) and holding until temperature equalization.

Second stage: continuous heating to 850 to 900°C (1562 - 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 bis 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)

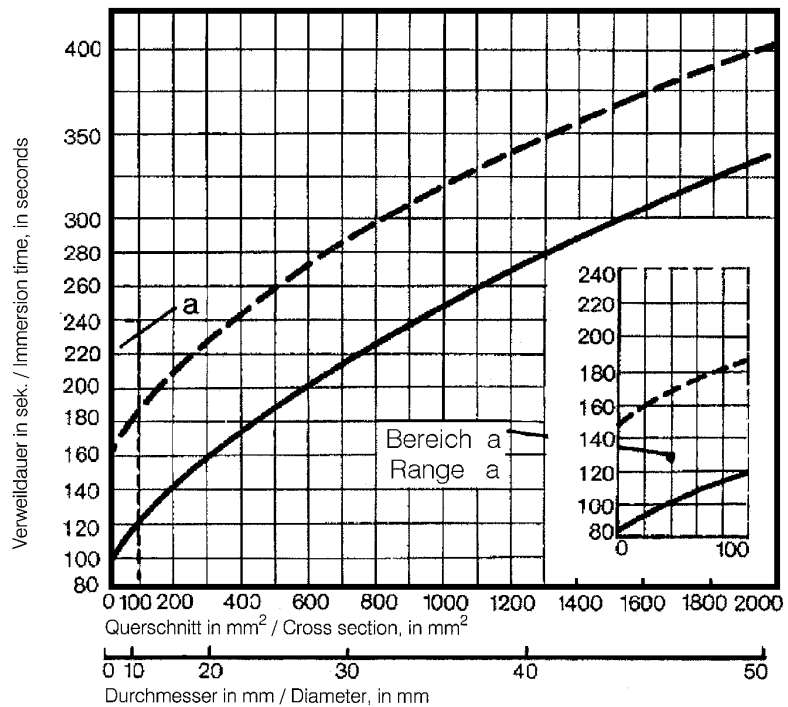
# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## Verweildauer-Diagramm (Salzbad)

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

## Immersion time chart (salt bath)

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.

### Vakuumbhärten:

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 - 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.

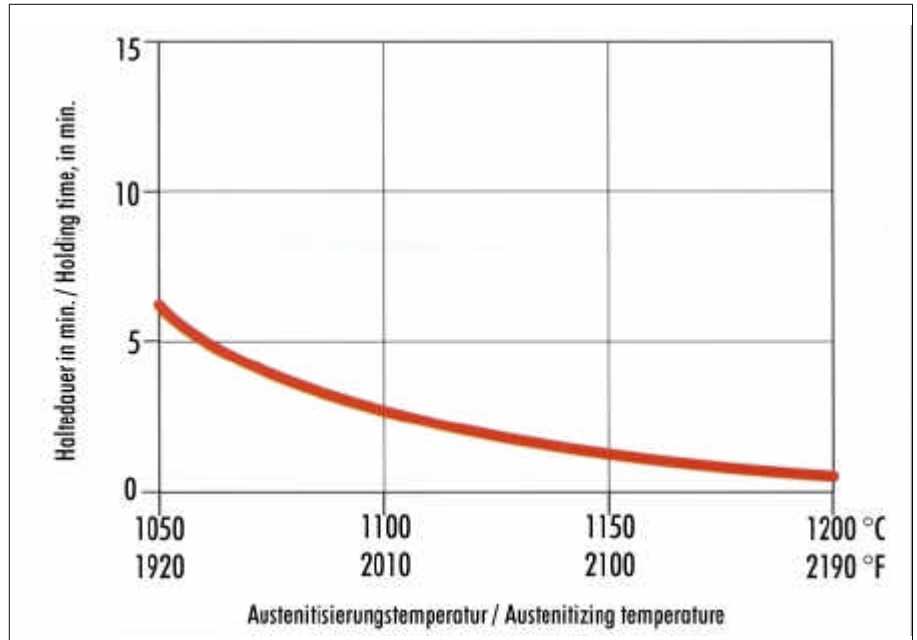
### Vacuum hardening:

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).

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Empfohlene Haltezeit,  
Wirbelbett, Vakuum- oder Luftdruckofen

Recommended holding time,  
fluidized bed, vacuum or atmosphere furnace



## Anlassen:

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

Nach dem Abschrecken von 1180°C.

## Tempering:

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

After quenching from 1180°C (2155°F)

1) Ungelöste Karbide

2) Restaustenit

3) Nicht angelassener Martensit

4) Angelassener Martensit



Nach einmaligem Anlassen bei 560°C.

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

1) Undissolved carbides

2) Retained austenite

3) Untempered martensite

4) Tempered martensite



Nach zweimaligem Anlassen bei 560°C.

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



Nach dreimaligem Anlassen bei 560°C.

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



# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## 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 Härte- werte nach verschiedenen Austenitisierungs- und Anlaßtemperaturen.

## 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).

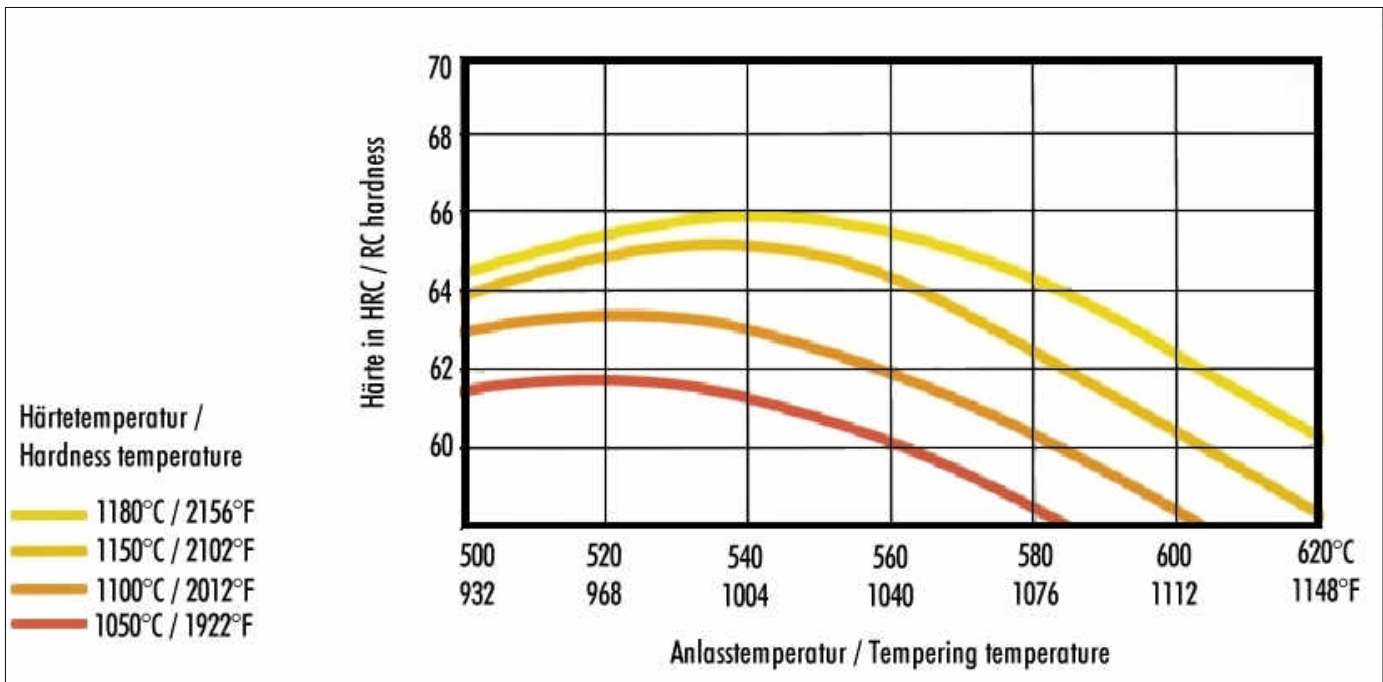
The tempering chart shows typical hardness values resulting from different austenitizing and tempering temperatures.

## 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.

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

## Continuous cooling CCT curves

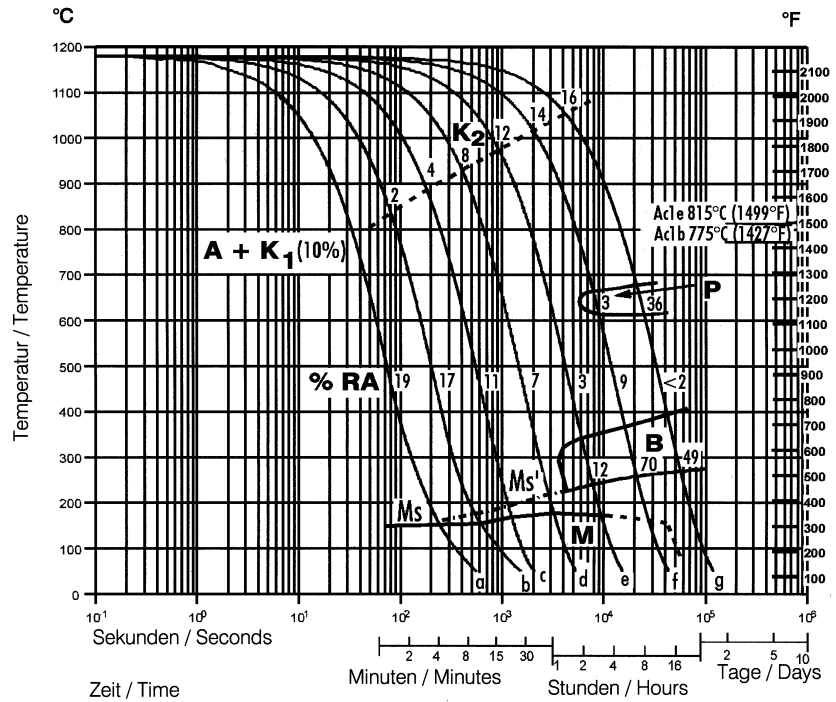
Chemische Zusammensetzung, in % Chemical analysis, in %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Co	Cu
	1,29	0,50	0,30	0,024	0,020	4,20	5,00	0,15	3,00	6,30	0,25	0,15

Austenitising temperature: 1180°C  
Haltedauer: 180 Sekunden

- K1... Während der Austenitierung nicht gelöster Karbidanteil (10%)  
K2... Beginn der Karbidausscheidung während der Abkühlung von der Austenitierungstemperatur  
Ms-Ms': Bildung von Korngrenzenmartensit  
A.... Austenit  
B.... Bainit  
P.... Perlit  
M.... Martensit  
RA.. Restaustenit

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

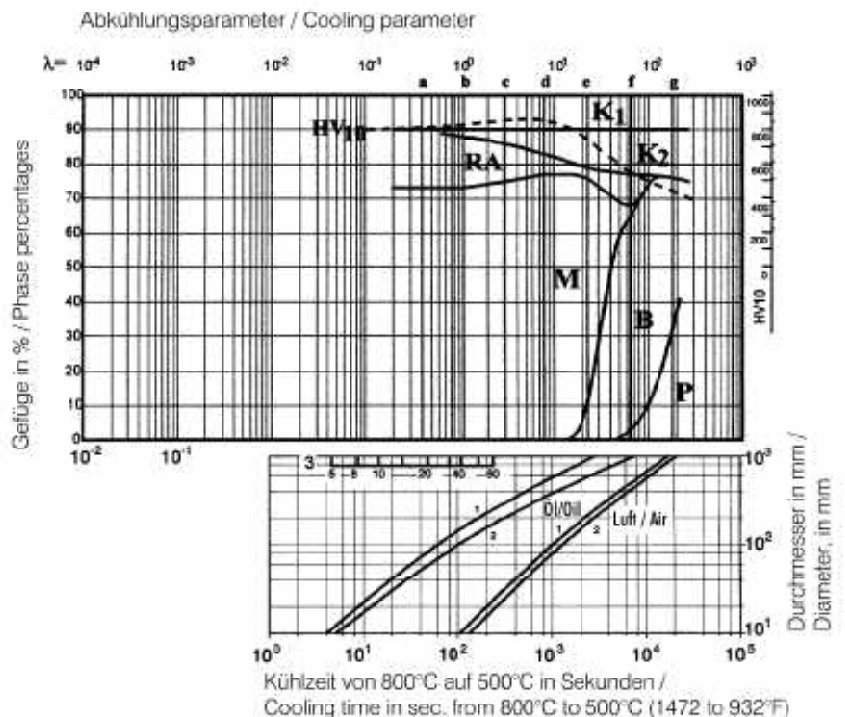
- K1... Carbides which are not dissolved during austenitisation (10%)  
K2... Starting of carbide precipitation during quenching from austenitising temperature  
Ms-Ms': Range of grain boundary martensite formation  
A.... Austenite  
B.... Bainite  
P.... Pearlite  
M.... Martensite  
RA.. Retained austenite



## Gefügemengenschaubild

## Quantitative phase diagram

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



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

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## Bearbeitungshinweise

(Wärmebehandlungszustand weichgeglüht, Richtwerte)

### Drehen mit Hartmetall

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
BÖHLERIT- Hartmetallsorte	SB10,SB20,	SB10,SB20,EB10	SB30,EB20	SB30,SB40
ISO - Sorte	P10,P20,	P10,P20,M10	P30,M20	P30,P40
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>				
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				
BÖHLERIT ROYAL 121/ISO P20	bis 210	bis 180	bis 130	bis 80
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	bis 140	bis 140	bis 100	bis 60
Schneidwinkel für gelötete Hartmetallwerkzeuge				
Freiwinkel	6 bis 8°	6 bis 8°	6 bis 8°	6 bis 8°
Spanwinkel	6 bis 12°	6 bis 12°	6 bis 12°	6 bis 12°
Neigungswinkel	0°	- 4°	- 4°	- 4°

### Drehen mit Schnellarbeitsstahl

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

### Fräsen mit Messerköpfen

Vorschub mm/Zahn	bis 0,2	0,2 bis 0,4
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>		
BÖHLERIT SBF / ISO P25	150 bis 100	110 bis 60
BÖHLERIT SB40 / ISO P40	100 bis 60	70 bis 40
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	130 bis 85	—

### Bohren mit Hartmetall

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
BÖHLERIT / ISO-Hartmetallsorte	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>			
Spitzenwinkel	115 bis 120°	115 bis 120°	115 bis 120°
Freiwinkel	5°	5°	5°

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## 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
BÖHLERIT grade	SB10,SB20,	SB10,SB20,EB10	SB30,EB20	SB30,SB40
ISO grade	P10,P20,	P10,P20,M10	P30,M20	P30,P40
<i>cutting speed, m/min</i>				
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				
BÖHLERIT ROYAL 121/ISO P20	to 210	to 180	to 130	to 80
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	to 140	to 140	to 100	to 60
cutting angles for brazed carbide tipped tools				
clearance angle	6 to 8°	6 to 8°	6 to 8°	6 to 8°
rake angle	6 to 12°	6 to 12°	6 to 12°	6 to 12°
angle of inclination	0°	- 4°	- 4°	- 4°

### Turning with HSS tools

depth of cut, mm	0.5	3	6
feed, mm/rev.	0.1	0.4	0.8
HSS-grade BOHLER/DIN	S700 /S10-4-3-10		
<i>cutting speed, m/min</i>			
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	to 0.2	0.2 to 0.4
<i>cutting speed, m/min</i>		
BÖHLERIT SBF / ISO P25	150 to 100	110 to 60
BÖHLERIT SB40 / ISO P40	100 to 60	70 to 40
BÖHLERIT 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
BÖHLERIT / ISO-grade	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10
<i>cutting speed, m/min</i>			
top angle	115 to 120°	115 to 120°	115 to 120°
clearance angle	5°	5°	5°

# BÖHLER S790 MICROCLEAN®

## Physikalische Eigenschaften

## Physical properties

Dichte bei /  
Density at .....20°C (68°F) .....8,1 .....kg/dm<sup>3</sup>

Wärmeleitfähigkeit bei /  
Thermal conductivity at .....20°C (68°F) .....19 .....W/(m.K)

Spezifische Wärme bei /  
Specific heat at .....20°C (68°F) .....460 .....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) .....217x10<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	Temperatur / Temperature		10 <sup>-6</sup> m/(m.K)
		100°C	
	200°C	392°F	11,7
	300°C	572°F	12,2
	400°C	752°F	12,4
	500°C	932°F	12,7
	600°C	1112°F	13,0
	700°C	1292°F	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.



Überreicht durch: \_\_\_\_\_  
Your partner:



BÖHLER EDELSTAHL GMBH & CO KG  
MARIAZELLER STRASSE 25  
POSTFACH 96  
A-8605 KAPFENBERG/AUSTRIA  
TELEFON: (+43) 3862/20-7181  
TELEFAX: (+43) 3862/20-7576  
e-mail: [publicrelations@bohler-edelstahl.at](mailto:publicrelations@bohler-edelstahl.at)  
[www.bohler-edelstahl.at](http://www.bohler-edelstahl.at)

Die Angaben in diesem Prospekt sind unverbindlich und gelten als nicht zugesagt; sie dienen vielmehr nur der allgemeinen Information. Diese Angaben sind nur dann verbindlich, wenn sie in einem mit uns abgeschlossenen Vertrag ausdrücklich zur Bedingung gemacht werden. Bei der Herstellung unserer Produkte werden keine gesundheits- oder ozonschädigenden Substanzen verwendet.

The data contained in this brochure is merely for general information and therefore shall not be binding on the company. We may be bound only through a contract explicitly stipulating such data as binding. The manufacture of our products does not involve the use of substances detrimental to health or to the ozone layer.