

**EDRO**

 **BÖHLER**

3<sup>RD</sup> GENERATION  
PM-TECHNOLOGY

**K294**



**BÖHLER K294**  
**MICROCLEAN®**

KALTARBEITSSTAHL  
COLD WORK TOOL STEEL



## Eigenschaften

Pulvermetallurgisch hergestellter Kaltarbeitsstahl mit besonders hohem Verschleißwiderstand bei guter Zähigkeit und hoher Druckbeständigkeit.

## Die PM Technologie der 3. Generation

Böhler hat die PM Technologie weiterentwickelt. Mit der weltweit modernsten Anlage kann ein besonders feines und metallurgisch hochreines Pulver hergestellt werden. Der daraus hergestellte Hochleistungswerkzeugstahl besticht durch eine homogene Karbidverteilung, Voraussetzung für beste Gebrauchseigenschaften und Zähigkeit.

## Verwendung

Stempel, Matrizen, Lochdorne, Walzwerksrollen, Kaltschlagmatrizen, Werkzeuge für das Kaltfließpressen, Kreismesser, Schermesser, Granuliermesser, Werkzeuge für die Holzverarbeitung, Kunststoffformen, Schnecken für Spritzgießmaschinen, Düsen und Schneckenspritzen, Sinterpresswerkzeuge

## Properties

Powder-metallurgical produced cold work tool steel with extremely high wear resistance, good toughness and high compressive strength.

## 3rd Generation PM Technology

The latest generation of powder metal technology enables Bohler to manufacture a cleaner and finer powder than any other producer in the world today. The result is a significant increase in toughness and a more uniform carbide distribution.

## Applications

Punches and dies for blanking, piercing, cold heading and cold extrusions. Cold forming rolls. Knives for slitting, pelletizing and woodworking. Screws, nozzles and barrel liners for plastics compounding and injection moulding. Powder metal compaction tooling.

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

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
2.45	0.90	0.5	5.2	1.3	9.7

## Normen

### AISI

PM A11 (10% Vanadium PM-Stahl)

## Standards

### AISI

PM A11 (10% Vanadium PM steel)

## Wärmebehandlung

### Weichglühen

Stahl vor Entkohlung und/oder Verzunderung schützen. Anwärmen auf 870° C. Geregelt Ofenabkühlung mit max. 15°C/h bis 540°C, weitere Abkühlung im Ofen oder Luft.

Glühhärt: max. 277HB

### Spannungsarmglühen

Falls notwendig, nach Vorbearbeitung zur Minimierung des Verzuges bei der Wärmebehandlung. Vorwärmen auf 595 - 700°C; Haltezeit 2 Stunden, anschließend Ofenabkühlung bis 540°C, weitere Abkühlung in Luft.

### Härten

#### Vorwärmen

Um Verzug während des Härtens zu minimieren sind mindestens zwei Vorwärmstufen empfohlen. Erste Vorwärmstufe bei 650°C mit Temperatureausgleich. Zweite Vorwärmstufe bei 820 – 840°C mit Temperatureausgleich. Eine dritte Vorwärmstufe mit Temperatureausgleich bei 1010 – 1040°C ist empfehlenswert, wenn die Härtetemperatur über 1100°C liegt. Anschließend rasch auf Härtetemperatur aufheizen.

Härtetemperaturbereich: 1010 – 1175°C

Die Haltezeit der Werkzeuge ist nach vollständiger Durchwärmung auf Härtetemperatur abhängig von der Härtetemperatur selbst und der Art der Wärmebehandlung, reichend von 5 Minuten bei 1175°C bis zu 60 Minuten bei 1010°C. Gesamte Verweildauer ist abhängig von der Ofenbelegung und der Werkzeuggeometrie. Werkzeuge sollen während der Wärmebehandlung gegen Entkohlung und Oxidation geschützt werden.

#### Abkühlmedien

- Vakuum Ofen (Gasdruck mind. 4 bar empfohlen)
- Salzbad oder Wirbelbettöfen bei 500 – 550°C

- Druckluft

Für optimales Gefüge und Eigenschaften ist ein rasches Abkühlen notwendig, aber die Abkühlrate muss im Abgleich zu Verzugsgefahr und Vermeidung von Rissen sein. Zur Vermeidung von Korngrenzenkarbidausscheidungen und Erzielung bester Anlassreaktion eine Mindestabschreckrate von 65 – 120°C pro Minute von Härtetemperatur auf unter 540°C ist notwendig.

## Heat treatment

### Annealing

Protect steel from scaling and/or decarburization. Heat through to 1600°F (870 °C). Control cool at 30°F (15°C) maximum per hour to 1000°F(540°C), then furnace or air cool to room temperature. Hardness after annealing: max. 277 HB.

### Stress Relieving

If required after rough machining to minimize distortion during final heat treatment, heat to 1100-1300F (595-700°C) and hold for 2 hrs followed by furnace. Cool slowly to 930°F (500°C), then air cool.

### Hardening

#### Preheating

To minimize distortion during heating for hardening, a minimum of two preheat steps are recommended. First preheat at 1200°F (650 °C ) and equalize. Second preheat at 1500-1550 °F (820-840 °C), and equalize. If hardening range is above 2000 °F, a third preheat and equalization is recommended at 1850-1900°F (1010-1040°C). Then ramp rapidly to the hardening temperature.

Hardening range: 1850-2150°F (1010-1175°C)

Holding time after tool or part is heated fully through at the austenitizing temperature depends upon the hardening temperature selected and method of heat treatment, ranging from 5 minutes at 2150 °F (1175 °C) to 60 minutes at 1850 °F (1010 °C). Total heating time will depend upon the mass of the furnace load or the individual part cross-section. Tool should be protected against decarburization and oxidation during hardening.

#### Quenching media

- Vacuum furnace (gas overpressure min. 4 bar recommended)
- Salt bath or fluidized bed at 930-1020 °F (500-550°C)
- Forced air/gas

Rapid cooling is important for optimum microstructure and properties, but quench rate must be a balance between risk of distortion and cracking. To avoid grain boundary precipitation of alloy carbides and achieve optimum tempering response, a minimum quench rate of 150-250 °F (65-120° C) from the hardening temperature to below 1000 °F (540 °C) is required.

# BÖHLER K294 MICROCLEAN®

## Anlassen

Das Anlassen soll unmittelbar nach dem Abkühlen erfolgen. Langsames Aufheizen auf Anlasstemperatur nach dem Abkühlen. Haltezeit soll 1 Stunde pro 25 mm (1") Werkzeugwandstärke betragen, jedoch mindestens 2 Stunden mit anschließender Luftabkühlung. Mindestens zweimal anlassen. Bei einer Härtetemperatur über 1150°C mindestens dreimal anlassen. Der durchschnittliche Verzug der Werkzeuge sollte vor der Fertigbearbeitung eine Größenordnung von 0,075 mm/mm (0,003 inch/inch) nach der Wärmebehandlung, inklusive Spannungsarmglühen, nicht überschreiten.

## Anlassschaubild

Härtetemperatur zwischen 1010 °C und 1175°C Salzbad

Angelassen 2 x 2 Stunden (bei Vakuum- oder Lufthärtung wird eine bis zu 2 HRC niedrigere Ansprunghärte erreicht).

Probenquerschnitt: Quadrat 20mm

## Tempering

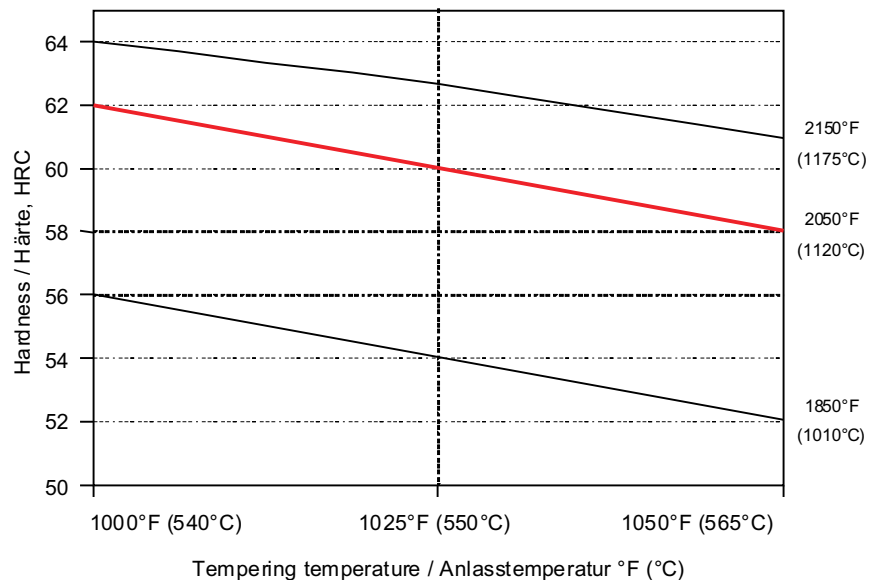
Temper immediately after cooling from the hardening temperature. Slow heat to tempering temperature immediately after hardening. Time in furnace is one hour per each inch of work piece thickness, but at least 2 hours minimum. Cool in air between tempers. Minimum two tempers. With hardening temperatures above 2100 °F (1150 °C) use a minimum of three tempers. Average size change as a result of hardening and tempering should not exceed 0.003 inch/inch per maximum dimension if the tool has been stress relieved before finish machining

## Tempering chart

Hardening temperature between 1850 °F (1010°C) and 2150°F (1175°C) salt bath

Tempered 2 x 2 hours (in case of vacuum or air hardening the as hardened hardness achieved may be up to 2 HRC lower)

Specimen size: square 0.79 in (20mm)



Hardening temp. °F	2050°F
Härtetemperatur °C	1120°C

# BÖHLER K294 MICROCLEAN®

## Härte Tabelle

Erzielbare Härte (± 1 HRC)

## Tempering table

Heat treat response (± 1 HRC)

Tempering temperature / Anasstemperatur	Härtetemperatur / Austenitizing temperature				
	1850°F / 1010°C	1950°F / 1065°C	2050°F / 1120°C	2100°F / 1150°C	2150°F / 1175°C
1000°F / 540°C	56	60	62	63	64
1025°F / 550°C	54	58	60	62	63
1050°F / 565°C	52	56	58	60	61
1100°F / 595°C	49	52	54	55	56
1150°F / 620°C	44	46	48	55	51
1200°F / 650°C	40	43	46	47	48

Recommended heat treatments for optimal toughness and stress relieving /  
Empfohlene Wärmebehandlung für optimale Zähigkeit und Spannungsarmglühung

## Tiefkühlen

Werkzeuge, welche eine maximale Maßstabilität benötigen können unmittelbar nach dem Abhärten tiefgekühlt werden. Temperatur sollte mindestens -70 bis -80°C und eine Haltezeit von 1–3 Stunden, mit unmittelbarem Anlassen, betragen. Komplexe Werkzeuggeometrien sollen vermieden werden, da sie Risse hervorrufen können.

## Subzero heat treatment

Tools or parts requiring maximum dimensional stability can be subzero treated by immediately treating after quenching. Temperatures should be a minimum of -95 to -110 °F (-70 to -80 °C), soaking for 1-3 hours, followed immediately by tempering. Avoid intricate shapes where they can be a risk of cracking.

## Entspannendes Anlassen

Für ein entspannendes Anlassen sollen die Werkzeuge auf eine Temperatur von 15°C unterhalb der niedrigsten Anlassstemperatur aufgeheizt werden. Nach einer Haltezeit von 2 Stunden soll im Ofen oder an ruhiger Luft auf Raumtemperatur abgekühlt werden.

## Stress tempering

To stress temper heat treated tools or parts, heat to 30 °F (15 °C) below the lowest tempering temperature and hold for 2 hours followed by furnace or still air cooling to room temperature. To minimize stress and prevent cracking during straightening of long parts either before or during heat treatment, straightening should be performed warm at 400-800°F (200-430°C) if possible.

## Oberflächenbehandlungen

Böhler K294 MICROCLEAN kann sowohl PVD beschichtet wie auch nitriert werden, ohne dass ein signifikanter Härtefall oder Verzug eintritt, vorausgesetzt dass bei der Oberflächenbehandlung oder Zeit die Anlassparameter nicht überschreitet.

Beschichtungsprozesse, welche die kritische Temperatur der Austenitbildung (840°C oder 1540°F) überschreiten, bedürfen einer speziellen Behandlung und können zu unvorhergesehenen Verzug führen. Setzen Sie sich bitte mit unserer technischen Dienststelle vor dem Gebrauch dieser Prozesse in Verbindung.

## Surface treatments

Böhler K294 Microclean can be PVD coated or gas nitrided after heat treatment without significant loss of hardness or size stability provided that the surface treatment process temperatures or times do not exceed the tempering parameters. Coating processes that exceed the critical temperature for austenite formation during heating (1540°F or 840°C) generally requires special processing and may result in unpredictable size change. Please contact technical support before use of these processes.

# BÖHLER K294 MICROCLEAN®

## Physikalische Eigenschaften

Dichte	
bei 20°C .....	7.418g/cm <sup>3</sup>
Elastizitätsmodul	
bei 20°C .....	221GPa
Spezifische Wärme	
bei 20°C .....	460J/kg°C

## Physical properties

Density	
at 70°F (20°C).....	0.268lbs/in <sup>3</sup> (7.418g/cm <sup>3</sup> )
Modulus of elasticity	
at 68°F (20°C) .....	32 x 10 <sup>6</sup> psi (221GPa)
Specific Heat	
at 68°F (20°C) .....	0.110 BTU/lb°F (460J/kg°C)

## Thermal Conductivity / Wärmeleitfähigkeit

Temperature (Temperatur)	BTU / hr-ft-°F	W / m-°K
70°F (20°C)	11.78	20.39
212°F (100°C)	12.44	21.54
572°F (300°C)	14.36	24.85
932°F (500°C)	15.19	26.3

## Coefficient of Thermal Expansion / Thermischer Ausdehnungskoeffizient

Temperature Range (ΔT) Temperatur Bereich (ΔT)	in / in °F	m / m °K
70 -200°F (20- 93°C)	6.0 x 10 <sup>-6</sup>	10.7 x 10 <sup>-6</sup>
70 -500°F (20- 260°C)	6.2 x 10 <sup>-6</sup>	11.1 x 10 <sup>-6</sup>
70 -800°F (20- 427°C)	6.5 x 10 <sup>-6</sup>	11.8 x 10 <sup>-6</sup>
70 -1100°F (20- 593°C)	6.8 x 10 <sup>-6</sup>	12.3 x 10 <sup>-6</sup>

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.

exclusively distributed in the USA by EDRO



(888) 368-3376 | [INFO@EDRO.COM](mailto:INFO@EDRO.COM) | [EDRO.COM](http://EDRO.COM)

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.

K294 DE - 12.2010 - EM-WS