



BÖHLER T651
EXTRA

HOCHWARMFESTER STAHL
CREEP RESISTING STEEL

BÖHLER T651 EXTRA

Eigenschaften

Hochwarmfester, vergütbarer Stahl.
Übliche obere Grenze der Verwendungstemperatur im Dauerbetrieb 550°C.

Properties

Creep resisting steel, hardened and tempered. Usual upper temperature limit for continuous operating 550°C.

Verwendung

Bevorzugt für Turbinenschaufeln.

Application

Especially recommended for turbine blades.

Chemische Zusammensetzung

(Anhaltswerte in %)

C	Si	Mn	Cr
0,21	0,35	0,50	13,30

Chemical composition

(Average %)

Normen

EN / DIN
< 1.4021 >
X20Cr13

Standards

BÖHLER T651 EXTRA

Warmformgebung

Schmieden:

1100 bis 800°C
Langsame Abkühlung im Ofen oder in wärmeisolierendem Material.

Hot forming

Forging:

1100 to 800°C
Slow cooling in furnace or in thermoinsulating material.

Wärmebehandlung

Weichglühen:

730 bis 780°C / Ofenabkühlung

Spannungsarmglühen:

630 bis 670°C / Ofenabkühlung

Härten:

980 bis 1030°C / Öl, Luft

Anlassen:

I...650 bis 750°C / Luft
II...600 bis 700°C / Luft

Heat treatment

Annealing:

730 to 780°C / Cooling in furnace

Stress relieving:

630 to 670°C / Cooling in furnace

Hardening:

980 to 1030°C / Oil, air

Tempering:

I...650 to 750°C / Air
II...600 to 700°C / Air

Schweißen

Stähle mit eingeschränkter Schweißbarkeit sind nur unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen schweißbar.

Bei Verbindungsschweißungen ist eine Vorwärmung auf 200 bis 250°C notwendig.

Bei Auftragsschweißungen an dickwandigen Werkstücken ist eine Vorwärmung auf 100 bis 200°C vorzunehmen.

Bei Verbindungen soll zur Zähigkeitssteigerung im Schweißgut und im wärmebeeinflussten Grundwerkstoff eine Anlassglühung bei 650 bis 700°C bzw. mindestens 30°C unter der Anlasstemperatur oder eine Neuvergütung vorgenommen werden.

Ausführliche Detailangaben zur Schweißtechnologie auf Anfrage.

Welding

Steels with restricted weldability need special precautions when welding is necessary.

Preheat and postweld heat treatment.

Preheat: Weld joints need preheating to 200 - 250°C.

For build up welding, heavy sections should be preheated to 100 - 200°C.

Postweld heat treatment: Better ductility will be developed in joint welds (deposit and heataffected zone) by annealing treatment between 650 - 700°C or quenching and tempering as the base metal require.

Further details on welding technology are available on request.

Schweißzusatzwerkstoffe

Filler metals

	Lichtbogenschweißung / Arc welding	WIG-Schweißung / TIG welding
Wenn Farbgleichheit verlangt wird If colour match is require	BÖHLER FOX KW10	KW10-IG
Vergütbar Heat treatable	BÖHLER FOX CN13/1	--

BÖHLER T651 EXTRA

Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Mechanical properties at room temperature

Zustand: vergütet I

Condition: hardened and tempered I

Produkt Product	Dimension Size mm	0,2-Grenze 0.2% proof stress N/mm ² min.	Zugfestigkeit Tensile strength N/mm ²	Dehnung A ₅ Elongation A ₅ % min.			Einschnürung Reduction of area % min.			Kerbschlagarbeit Impact strength (ISO-V) J min.		
				L	Q	T ¹⁾	L	Q	T	L	Q	T ¹⁾
St, Sch	≤ 60	450	650 - 800	14	--	12	--	--	--	30	--	20
	> 60 ≤ 160			14	--	12	--	--	--	25	--	--
	> 160 ≤ 400			--	10	12	--	--	--	--	--	--
Bl	≤ 3	450	650 - 800	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	> 3 ≤ 25			15	11	--	--	--	--	--	--	--

Zustand: vergütet II

Condition: hardened and tempered II

Produkt Product	Dimension Size mm	0,2-Grenze 0.2% proof stress N/mm ² min.	Zugfestigkeit Tensile strength N/mm ²	Dehnung A ₅ Elongation A ₅ % min.			Einschnürung Reduction of area % min.			Kerbschlagarbeit Impact strength (ISO-V) J min.		
				L	Q	T ¹⁾	L	Q	T	L	Q	T ¹⁾
St, Sch	≤ 60	550	750 - 950	14	--	10	--	--	--	30 ²⁾	--	20 ²⁾
	> 60 ≤ 160			12	--	10	--	--	--	30 ²⁾	--	--
	> 160 ≤ 400			--	8	10	--	--	--	--	--	--
Bl	≤ 3	550	750 - 950	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	> 3 ≤ 25			13	11	--	--	--	--	--	--	--

St = Stab, Bl = Blech

Sch = Schmiedestück

L = Längs, Q = Quer

T = Tangential

¹⁾ Gilt nur für Schmiedestücke

²⁾ DVM Probe

St = Bar, Bl = Sheet or plate

Sch = Forging

L = Longitudinal, Q = Transverse,

T = Tangential

¹⁾ Applies to forgings only

²⁾ DVM specimen

Für andere Produkte oder Abmessungen sind die Werte zu vereinbaren.

The values for other products and dimensions shall be established by agreement

Warmfestigkeitseigenschaften

High temperature properties

0,2-Grenze 0.2% proof stress N/mm ² min.	Zustand / Condition	Temperatur / Temperature				
		200°C	250°C	300°C	350°C	400°C
	vergütet I / hardened and tempered I	400	--	365	335	305
	vergütet II / hardened and tempered II	465	--	420	390	340

BÖHLER T651 EXTRA

Bearbeitungshinweise

(Wärmebehandlungszustand vergütet, Richtwerte)

Drehen mit Hartmetall

Schnitttiefe mm	0,5 bis 1	1 bis 4	4 bis 8
Vorschub, mm/U	0,1 bis 0,2	0,2 bis 0,4	0,3 bis 0,6
BÖHLERIT- Hartmetallsorte	EB10,SB10,SB20	EB10,EB20,SB20	SB30,EB20,HB10
ISO - Sorte	M10,P10,P20,	M10,M20,P20	P30,M20,K10
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>			
Wendeschnidplatten			
Standzeit 15 min	260 bis 200	200 bis 150	150 bis 110
Gelötete Hartmetallwerkzeuge			
Standzeit 30 min	210 bis 170	170 bis 130	140 bis 90
Beschichtete Wendeschnidplatten			
Standzeit 15 min			
BÖHLERIT ROYAL 121/ISO P25	bis 240	bis 210	bis 160
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	bis 210	bis 160	bis 140
Schneidwinkel für gelötete Hartmetallwerkzeuge			
Freiwinkel	6 bis 8°	6 bis 8°	6 bis 8°
Spanwinkel	12 bis 15°	12 bis 15°	12 bis 15°
Neigungswinkel	0°	0°	- 4°

Drehen mit Schnellarbeitsstahl

Schnitttiefe mm	0,5	3	6
Vorschub mm/U	0,1	0,5	1,0
BÖHLER/DIN-Sorte	S700 / DIN S10-4-3-10		
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>			
Standzeit 60 min	55 bis 45	45 bis 35	35 bis 25
Spanwinkel	14 bis 18°	14 bis 18°	14 bis 18°
Freiwinkel	8 bis 10°	8 bis 10°	8 bis 10°
Neigungswinkel	0°	0°	0°

Fräsen mit Messerköpfen

Vorschub mm/Zahn	bis 0,2	0,2 bis 0,3
<i>Schnittgeschwindigkeit, m/min</i>		
BÖHLERIT SBF / ISO P25	160 bis 100	110 bis 60
BÖHLERIT SB40 / ISO P40	100 bis 60	70 bis 40
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	140 bis 110	—

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 T651 EXTRA

Recommendation for machining

(Condition hardened and tempered, average values)

Turning with carbide tipped tools

depth of cut mm	0,5 to 1	1 to 4	4 to 8
feed, mm/rev.	0,1 to 0,2	0,2 to 0,4	0,3 to 0,6
BÖHLERIT grade	EB10,SB10,SB20	EB10,EB20,SB20	SB30,EB20,HB10
ISO grade	M10,P10,P20,	M10,M20,P20	P30,M20,K10
<i>cutting speed, m/min</i>			
indexable carbide inserts			
edge life 15 mins.	260 to 200	200 to 150	150 to 110
brazed carbide tipped tools			
edge life 30 mins.	210 to 170	170 to 130	140 to 90
hardfaced indexable carbide inserts			
edge life 15 mins.			
BÖHLERIT ROYAL 121/ISO P25	up to 240	up to 210	up to 160
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	up to 210	up to 160	up to 140
cutting angles for brazed carbide tipped tools			
clearance angle	6 to 8°	6 to 8°	6 to 8°
rake angle	12 to 15°	12 to 15°	12 to 15°
angle of inclination	0°	0°	- 4°

Turning with HSS tools

depth of cut, mm	0,5	3	6
feed, mm/rev.	0,1	0,5	1,0
HSS-grade BÖHLER/DIN	S700 /S10-4-3-10		
<i>cutting speed, m/min</i>			
edge life 60 mins.	55 to 45	45 to 35	35 to 25
rake angle	14 to 18°	14 to 18°	14 to 18°
clearance angle	8 to 10°	8 to 10°	8 to 10°
angle of inclination	0°	0°	0°

Milling with carbide tipped cutters

feed, mm/tooth	up to 0,2	0,2 to 0,3	
<i>cutting speed, m/min</i>			
BÖHLERIT SBF / ISO P25	160 to 100	110 to 60	
BÖHLERIT SB40/ ISO P40	100 to 60	70 to 40	
BÖHLERIT ROYAL 131/ISO P35	140 to 110	—	

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 T651 EXTRA

Physikalische Eigenschaften

Physical properties

Dichte bei /
Density at20°C7,70kg/dm³

Spez. Wärme bei /
Specific heat at20°C460J/(kg.K)

Wärmeleitfähigkeit bei /
Thermal conductivity at20°C30,0W/(m.K)

Spez. elektr. Widerstand bei /
Electrical resistivity at20°C0,60Ohm.mm²/m

Elastizitätsmodul bei /
Modulus of elasticity at20°C216 x 10³ N/mm²

Wärmeausdehnung zwischen 20°C und ...°C, 10 ⁻⁶ m/(m.K) bei Thermal expansion between 20°C and ...°C, 10 ⁻⁶ m/(m.K) at	Temperatur Temperature	10 ⁻⁶ m/(m.K)
		100°C
	200°C	11,0
	300°C	11,5
	400°C	12,0
	500°C	12,3

Elastizitätsmodul, 10 ³ N/mm ² bei Modulus of elasticity, 10 ³ N/mm ² at	Temperatur Temperature	10 ³ N/mm ²
		20°C
	100°C	213
	200°C	207
	300°C	200
	400°C	192

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
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.