



**BÖHLER** **V720**  
**VMR<sup>®</sup>**

HOCHFESTER MARTENSITAUSHÄRTBARER STAHL  
MARAGING HIGH STRENGTH STEEL



## Eigenschaften

Ultrahochfester, martensitushärtbarer (Maraging) Stahl, der seine hohen Festigkeitseigenschaften im Vergleich zu vergütbaren Stählen nicht durch ein Härtingsgefüge mit relativ hohem Kohlenstoffgehalt, sondern durch Ausscheidung intermetallischer Phasen aus einer zähen, nahezu kohlenstofffreien Nickelmartensit-Grundmasse erreicht.

### Daraus ergeben sich nachstehend angeführte Vorteile:

- Hohe Zugfestigkeit und hohes Streckgrenzenverhältnis
- gute Zähigkeit (Einschnürung, Dehnung, Kerbschlagzähigkeit, Rißbruchzähigkeit) auch bei tiefen Temperaturen
- hohe Kerbzugfestigkeit und Brandrißbeständigkeit
- Maßänderung bei der Wärmebehandlung nahezu Null
- keine Entkohlung und Rißgefahr
- Durchhärtung auch bei großen Abmessungen
- gute Zerspanbarkeit in lösungsgeglühtem Zustand
- Zerspanung auch in ausgehärtetem Zustand möglich
- gute Kaltverformbarkeit dank geringer Verfestigungsneigung
- beste Schweißbarkeit und einfache Wärmebehandlung bei niedrigen Temperaturen.

## Verwendung

Hochbeanspruchte Bauteile für die Luftfahrtindustrie und Raumfahrt.

Bau- und Werkzeugstahl für Kalt- und Warmarbeit bei Langzeitbeanspruchung bis ca. 450°C.

Werkzeugmaschinenbau, Druckbehälter, Zahnräder (nitriert), Schrauben, Präzisionsteile, Werkzeuge für hydrostatische Pressen, Kaltfließpresswerkzeuge, Kaltstauch- und Prägwerkzeuge, Kunststoffformen, Druckgießwerkzeuge für Aluminium- und Zinklegierungen, Warmpresswerkzeuge sowie Kaltpilgerdorne.

## Properties

Ultra-high-strength maraging steel.

In contrast to heat treatable steels its outstanding tensile properties are not due to a hardened structure with relatively high carbon content, but to precipitation of intermetallic phases from a ductile nickel bearing matrix containing almost no carbon.

### This results in the following advantages:

- High tensile strength and excellent yield point ratio
- satisfactory toughness (reduction of area, elongation, impact strength, fracture toughness) even at low temperatures
- Superior notched tensile strength and heat checking resistance
- Practically no size change in heat treatment
- no decarburization and no cracking
- full hardening even in sizes above average
- convenient machinability in the solution annealed condition
- machining is also possible in the precipitation-hardened condition).
- good cold forming properties owing to reduced susceptibility to work hardening
- eminent weldability, simple heat treatment at low temperatures.

## Application

Highly stressed components for the aircraft and rocket industries.

Constructional and tool steel for hot and cold working tools used for long-time service at temperatures up to approx. 450°C (840°F).

Machine tools, pressure vessels, gearwheels (nitrided), screws, precision parts, tools for hydrostatic presses, cold extrusion tools, cold heading and embossing tools, plastic moulds, die casting tools for aluminium and zinc alloys, hot pressing tools, cold pilger mandrels.

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

C	Si	Mn	Mo	Ni	Co	Ti	Al
max. 0,005	max. 0,05	max. 0,05	5,00	18,50	8,80	0,70	0,11

## Normen

## Standards

**EN / DIN**  
< 1.6354 > LW  
~ 1.2709  
~ X3NiCoMoTi18-9-5)  
( 1.6358 )  
( X2NiCoMo18-9-5

**ASTM**  
Marage 300

**AMS**  
6521  
6514

**UNS**  
K93120  
K93160

**MIL**  
S46850  
300  
300A

**AIR**  
(~E-Z2NKD18)

**Warmformgebung****Schmieden:**

1150 bis 850°C / Luft

**Wärmebehandlung****Lösungsglühen:**

820°C / 1 Stunde / Luft

**Warmauslagern:**

430°C / 3 Stunden / Luft  
1720 bis 1870 N/mm<sup>2</sup>

480 °C / 3 Stunden / Luft  
1860 bis 2260 N/mm<sup>2</sup>

**Oberflächenbehandlung****Nitrieren:**

Zur Erhöhung der Oberflächenhärte ist eine Nitrierbehandlung möglich. Eine Gasnitrierung bei 500°C über 45 Stunden ergibt Oberflächenhärten über 800 HV und eine Tiefe der Nitrierschicht von ca. 0,2 mm.

Die Nitrierbehandlung ersetzt in diesem Fall das Auslagern.

**Schweißen**

Ein Schweißen nach dem Schutzgasverfahren (WIG und MIG) unter Verwendung artgleicher Schweißzusatzwerkstoffe ist trotz der hohen Festigkeit dieses Stahles möglich.

Es soll jedoch im weichen, lösungsgeglühten Zustand geschweißt werden. Grundsätzlich ist aber auch ein Schweißen im ausgehärteten Zustand durchführbar.

In beiden Fällen ist nach dem Schweißen ein Warmauslagern bei 430°C bzw. 480°C erforderlich.

Bei besonders hohen Anforderungen an Festigkeit und Zähigkeit muß nach dem Schweißen ein Lösungsglühen und Warmauslagern vorgenommen werden.

Eine Vorwärmung beim Schweißen ist nicht notwendig.

Als Schweißzusatzwerkstoff empfehlen wir den Blankdraht BÖHLER UHF 12-IG.

**Hot forming****Forging:**

1150 to 850°C (2102 to 1562°F) / Air

**Heat treatment****Solution annealing:**

820°C (1508°F) / 1 hour / air

**Ageing:**

430°C (806°F) / 3 hours / air  
1720 to 1870 N/mm<sup>2</sup>

480°C (896°F) / 3 hours / air  
1860 to 2260 N/mm<sup>2</sup>

**Surface treatment****Nitriding:**

To raise surface hardness, a nitriding treatment may be effected.

Gas nitriding at 500°C (932°F) for 45 hours results in a surface hardness exceeding 800 HV and in a depth of the nitrided case of 0.2 mm approx.

In this instance nitriding replaces the ageing treatment.

**Welding**

Inert-gas-shielded arc welding (TIG and MIG) with use of filler metals of the same characteristics is possible in spite of the high strength of this steel. It is to be effected, however, in the soft, solution annealed condition.

Quite on principle, welding is also possible in the precipitation-hardened condition.

In both cases, workpieces should be held for some time in the temperature range 430 to 480°C (806 to 896°F).

To meet especially exacting strength and toughness demands, solution annealing and an ageing treatment should be carried out after welding.

Preheating is not necessary.

A recommendable filler metal is BÖHLER UHF 12-IG bare wire.

## Auslagerungsschaubild

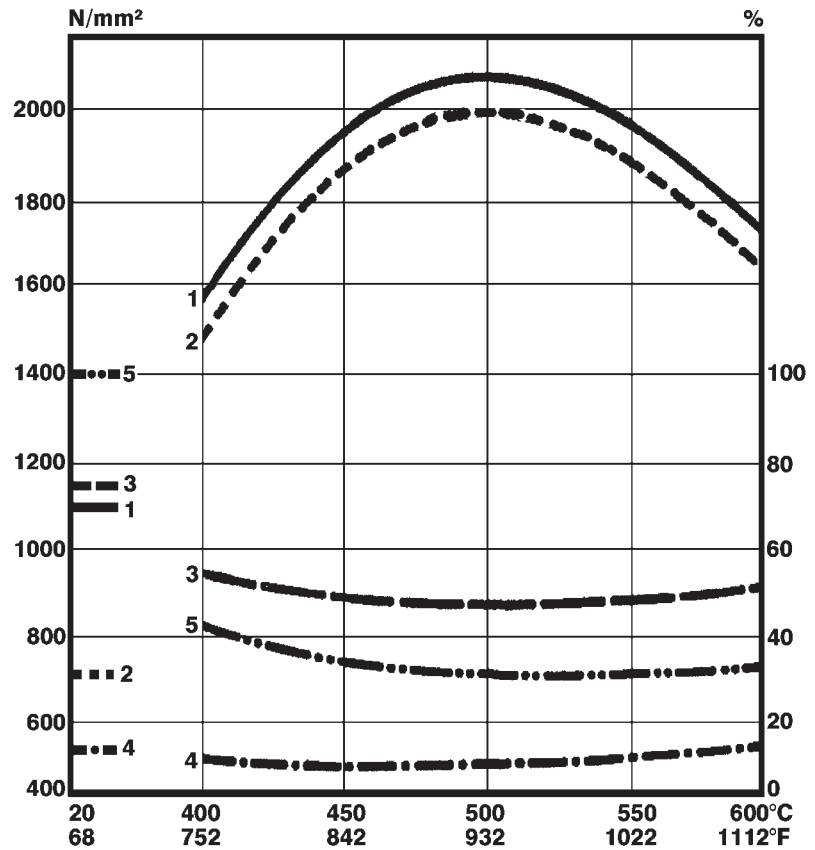
Lösungsgeglüht 820°C / 1 Stunde / Luft

## Ageing chart

Solution annealed 820°C (1508°F) / 1 hour / air

- 1..... Zugfestigkeit N/mm<sup>2</sup>
- 2..... 0,2-Grenze N/mm<sup>2</sup>
- 3..... Einschnürung %
- 4..... Dehnung A<sub>5</sub>, %
- 5..... Kerbschlagarbeit (DVM), J

- 1..... Tensile strength N/mm<sup>2</sup>
- 2..... 0.2% proof stress N/mm<sup>2</sup>
- 3..... Reduction of area %
- 4..... Elongation A<sub>5</sub>, %
- 5..... Impact strength (DVM), J



Auslagerungstemperatur (Haltezeit 3 Stunden)  
Ageing temperature (holding time 3 hours)

### Zerspanbarkeit

Dieser Maraging-Stahl ist sowohl in lösungsgeglühtem wie auch in ausgehärtetem Zustand gut zerspanbar.

Als Schneidstoff empfehlen wir BOEHLERIT®-Hartmetalle der Zerspanungshauptgruppen P und K.

Es ist aber auch eine Zerspanung mit Schnellarbeitsstahlwerkzeugen möglich.

Zu beachten ist, daß stets mit scharfen Schneiden gearbeitet wird, da beim Zerspanen hohe spezifische Schneidenbelastung auftritt und stärkere Verschleißerscheinungen rasch zum Standzeitende führen.

Beim Drehen in lösungsgeglühtem Zustand sind die anfallenden Späne zäh, können jedoch durch Spanformstufen mit enger Spankrümmung beherrscht werden (siehe "Bearbeitungshinweise").

### Machinability

In the solution-annealed as well as in the precipitation-hardened condition this maraging grade is most conveniently machined with BOEHLERIT® sintered carbide (main groups P and K).

High speed steel tools qualify as a suitable alternative.

Attention should be paid to the fact that cutting edges must be kept sharp, as the machining operation causes increased specific stress of the cutting edge and increased wear quickly leads to failure.

Turning in the solution-annealed condition yields tough chips that can be controlled, however, by a chip deflector design minimizing chip bend radius. (see "Recommendations for Machining")

## Mechanische Eigenschaften

Längsproben für Abmessungen  
max. 100 mm Durchmesser

## Mechanical properties

Longitudinal specimens from size for diameter up  
to 100 mm

Zustand / Condition	Lösungsgeglüht Solution annealed	Ausgehärtet Precipitation hardened 430°C (806°F) 3h / Luft, Air	Ausgehärtet Precipitation hardened 480°C (896°F) 3h / Luft, Air
Zugfestigkeit, N/mm <sup>2</sup> Tensile strength, N/mm <sup>2</sup>	980 - 1130	1720 - 1870	1860 - 2260
0,2 Grenze, N/mm <sup>2</sup> min. 0.2% proof stress, N/mm <sup>2</sup> min	650	1620	1815
Dehnung A <sub>5r</sub> , %, min. Elongation A <sub>5r</sub> , %, min.	10	8	6
Einschnürung, %, min. Reduction of area, %, min.	60	45	40
Kerbzugfestigkeit ( $\alpha_k = 5,6$ ) N/mm <sup>2</sup> (Richtwert) Notched tensile strength ( $\alpha_k = 5,6$ ) N/mm <sup>2</sup> (average)	--	2300	2450
Härte HRC, (Richtwert) Hardness HRC, (average)	32	51	55
Kerbschlagarbeit (DVM), J, min Impact strength (DVM), J, min	48	24	21
Dauerbiegewechselfestigkeit (N=10 <sup>7</sup> ) N/mm <sup>2</sup> , (Richtwert) Bending fatigue strength (N=10 <sup>7</sup> ) N/mm <sup>2</sup> , (average)	--	635	735
0,2 Grenze, N/mm <sup>2</sup> min bei 0.2% proof stress, N/mm <sup>2</sup> min. at	100°C (212°F) 200°C (392°F) 300°C (572°F) 400°C (752°F) 500°C (932°F)	-- -- -- -- --	1520 1420 1325 1180 930
			1765 1670 1570 1275 980

## Bearbeitungshinweise

(Wärmebehandlungszustand lösungsgeglüht, 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>				
Wendeschneidplatten 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 Wendeschneidplatten 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 solution 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	to 210 to 140	to 180 to 140	to 130 to 100	to 80 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	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
BÖHLERIT / 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

(ausgehärtet auf max. Festigkeit)

## Physical properties

(precipitation hardened to max. strength)

Dichte bei / Density at

20°C (68°F)	8,20	kg/dm <sup>3</sup>
500°C (932°F)	8,04	kg/dm <sup>3</sup>
600°C (1112°F)	8,00	kg/dm <sup>3</sup>

Wärmeleitfähigkeit bei / Thermal conductivity at

20°C (68°F)	14,0	W/(m.K)
500°C (932°F)	19,0	W/(m.K)
600°C (1112°F)	21,0	W/(m.K)

Spezifische Wärme bei / Specific heat at

20°C (68°F)	460	J/(kg.K)
500°C (932°F)	550	J/(kg.K)
600°C (1112°F)	590	J/(kg.K)

Spez. elektr. Widerstand bei / Electrical resistivity at

20°C (68°F)	0,40	Ohm.mm <sup>2</sup> /m
500°C (932°F)	0,80	Ohm.mm <sup>2</sup> /m
600°C (1112°F)	0,90	Ohm.mm <sup>2</sup> /m

Elastizitätsmodul bei / Modulus of elasticity at

20°C (68°F)	193 x 10 <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
-------------	-----------------------	-------------------

Schubmodul bei / Modulus of shear at

20°C (68°F)	72 x 10 <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
-------------	----------------------	-------------------

Remanenz / Remanence .....0,66 .....Vs/m<sup>2</sup>

Koerzitivfeldstärke / Coercive field strength .....40 .....A/cm

Maßänderung beim Auslagern in Längsrichtung /

Size change in ageing (longitudinal) ..... - 0,07 .....%

Für Feldstärke, A/cm / For field strength, A/cm	50	100	300	500
Magn. Induktion, Vs/m <sup>2</sup> / Magn. induction, Vs/m <sup>2</sup>	0,50	0,97	1,50	1,70

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)
10,2	10,8	11,0	11,4	11,8	11,8

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: [info@bohler-edelstahl.com](mailto:info@bohler-edelstahl.com)  
[www.bohler-edelstahl.com](http://www.bohler-edelstahl.com)

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.