

WARMARBEITSSTAHL  
HOT WORK TOOL STEEL

**BÖHLER W350**  
**ISOBLOC®**

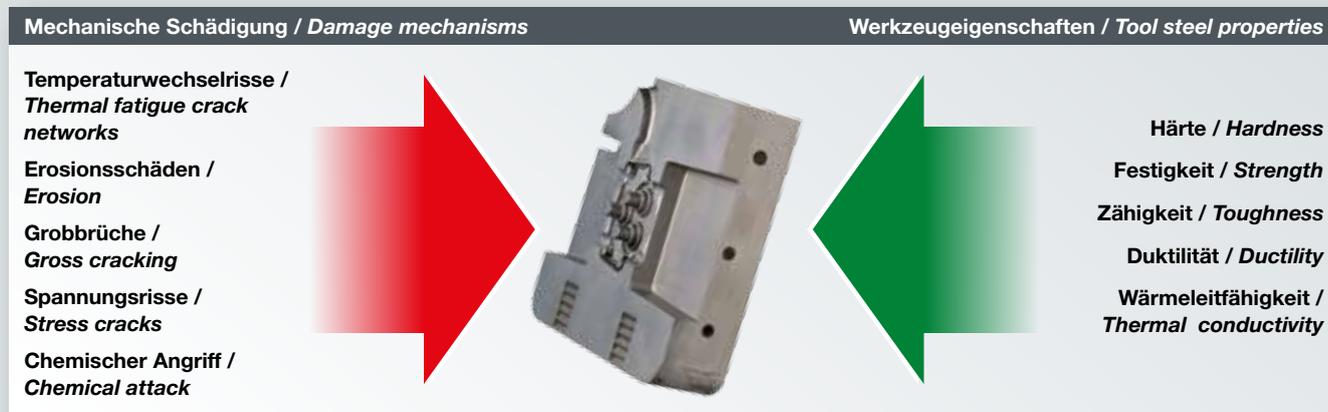
# FÜR HÖCHSTE ANFORDERUNGEN FOR THE HIGHEST STANDARDS

## Werkzeugbeanspruchung

Die Beanspruchung von Warmarbeitsstählen im Einsatzgebiet der Warmformgebung, wie dem Druckgießen, Schmieden oder Extrudieren, ist sehr vielschichtig und komplex. Die Schädigung wird durch ein Belastungskollektiv aus hohen mechanischen Kräften, hohen Temperaturen und Temperaturgradienten hervorgerufen. Die einzelnen Belastungsarten sind, abhängig von Prozesstyp und Prozessführung, unterschiedlich stark ausgeprägt.

## Tool load

Hot work tool steels applied in hot forming processes such as die casting, forging or extrusion may be damaged on multiple and complex occasions. Damages may arise by collective stress factors combining high mechanical strengths, high temperatures and temperature gradients, whereas the individual stress factors dependent on process type and processing exert variably strong effects on the material.



Die wesentlichen Warmarbeitsstahleigenschaften, die zur Vermeidung oder Verzögerung der Schädigungsmechanismen von Bedeutung sind, sind Härte und Festigkeit des Werkstoffes, Zähigkeit und Duktilität sowie die Wärmeleitfähigkeit.

Material hardness, material strength, toughness, ductility and thermal conductivity are vital hot work tool steel properties when it comes to damage mechanisms to be avoided or delayed.



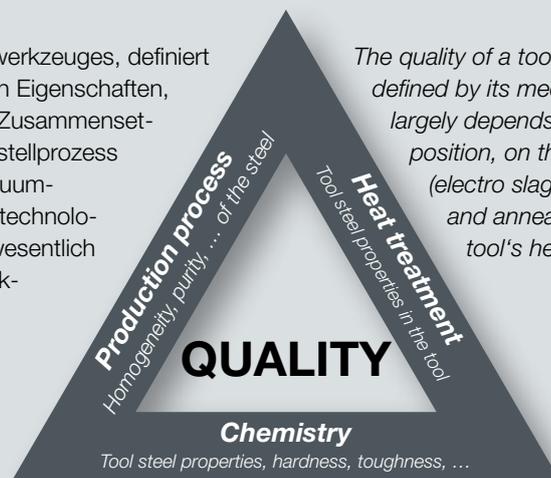
# EIN ZÄHER STAHL FÜR XXL-WERKZEUGE A TOUGH STEEL FOR XXL DIES

**Als Grundregel gilt:** Zur Vermeidung von Grobbrüchen und zur Verminderung von Temperaturwechsellrissen und Spannungsrissen sollten immer maximale Zähigkeit und Duktilität angestrebt werden. Die Härte bzw. Festigkeit sollte derart gewählt werden, dass plastische Verformung durch die äußere Belastung und Erosionsschädigung weitgehend vermieden werden, dabei aber maximale Zähigkeit im Vordergrund steht.

**There is a fundamental rule:** Maximum toughness and ductility are to be striven for in order to avoid gross cracking and to reduce thermal fatigue cracks and stress cracks. Hardness or strength should be selected in such a manner that plastic deformation caused by external stresses and erosion is prevented while aiming towards maximum toughness.

Die Qualität eines Warmarbeitsstahlwerkzeuges, definiert über die mechanisch-technologischen Eigenschaften, ist vorwiegend von der chemischen Zusammensetzung der Metall-Legierung, vom Herstellprozess (Elektroschlacke-Umschmelzen, Vakuum-Umschmelzen, Schmiede- und Glüh-technologie) des Werkzeugwerkstoffes und wesentlich von der Wärmebehandlung des Werkzeuges abhängig.

The quality of a tool made of hot work tool steel is defined by its mechanic-technological properties. It largely depends on the metal alloy's chemical composition, on the tool material's production process (electro slag remelting, vacuum remelting, forging and annealing technologies) and finally on the tool's heat treatment.





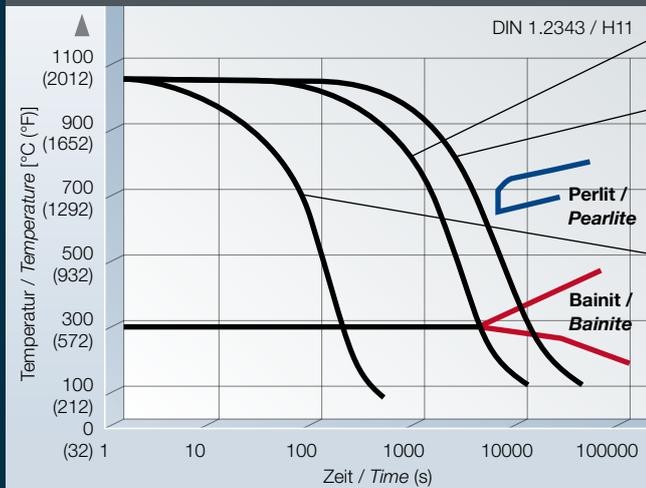
## Wärmebehandlung

Zur Erreichung hoher Zähigkeitswerte in Werkzeugen ist besonders beim Härten die Abkühlgeschwindigkeit von Härte-temperatur von Bedeutung. Die Abkühlgeschwindigkeit ist vordergründig von der Größe des Werkzeuges abhängig.

## Heat treatment

In order to achieve high toughness in tools, the cooling speed from the hardening temperature is of major importance during hardening. Cooling speed is primarily dependent on the tool's size.

Abkühlschaubild 2 / Cooling chart 2

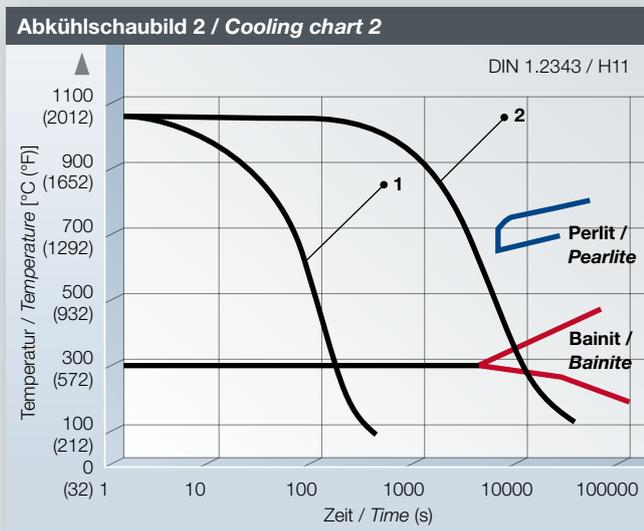


- 1 Druckgussform-Ecke / Die casting die edge
- 2 Druckgussform-Zentrum / Die casting die core
- 3 Zähigkeitsprobe ISO-V / Toughness sample Charpy-V

Aufgrund der verringerten Abkühlgeschwindigkeit mit zunehmender Werkzeuggröße ändern sich die sich einstellenden Gefügestände (siehe Abkühlschaubild 1), was zu einem signifikanten Abfall der Zähigkeit führen kann.

With increasing tool thickness, resulting in a reduced quenching rate, a change of microstructure occurs, leading to a significant decrease of toughness (see cooling chart 1).

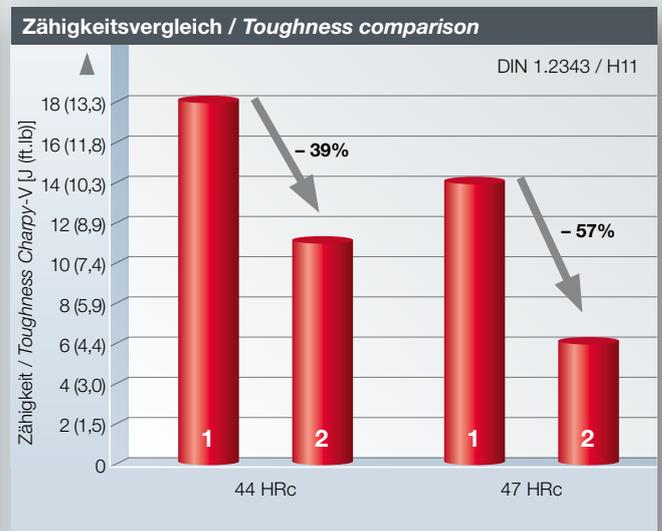
# EIN ZÄHER STAHL FÜR XXL-WERKZEUGE A TOUGH STEEL FOR XXL DIES



- 1 Schnelles Abkühlen von Zähigkeitsproben ISO-V /  
Fast quenching of toughness samples Charpy-V
- 2 Langsames Abkühlen von Zähigkeitsproben ISO-V /  
Slow quenching of toughness samples Charpy-V

Zur Untersuchung des Einflusses der Abkühlgeschwindigkeit auf die Zähigkeitseigenschaften beim Warmarbeitsstahl DIN 1.2343 wurden Kerbschlagproben ISO-V unterschiedlich schnell abgekühlt, wie im Abkühlschaubild 2 ersichtlich.

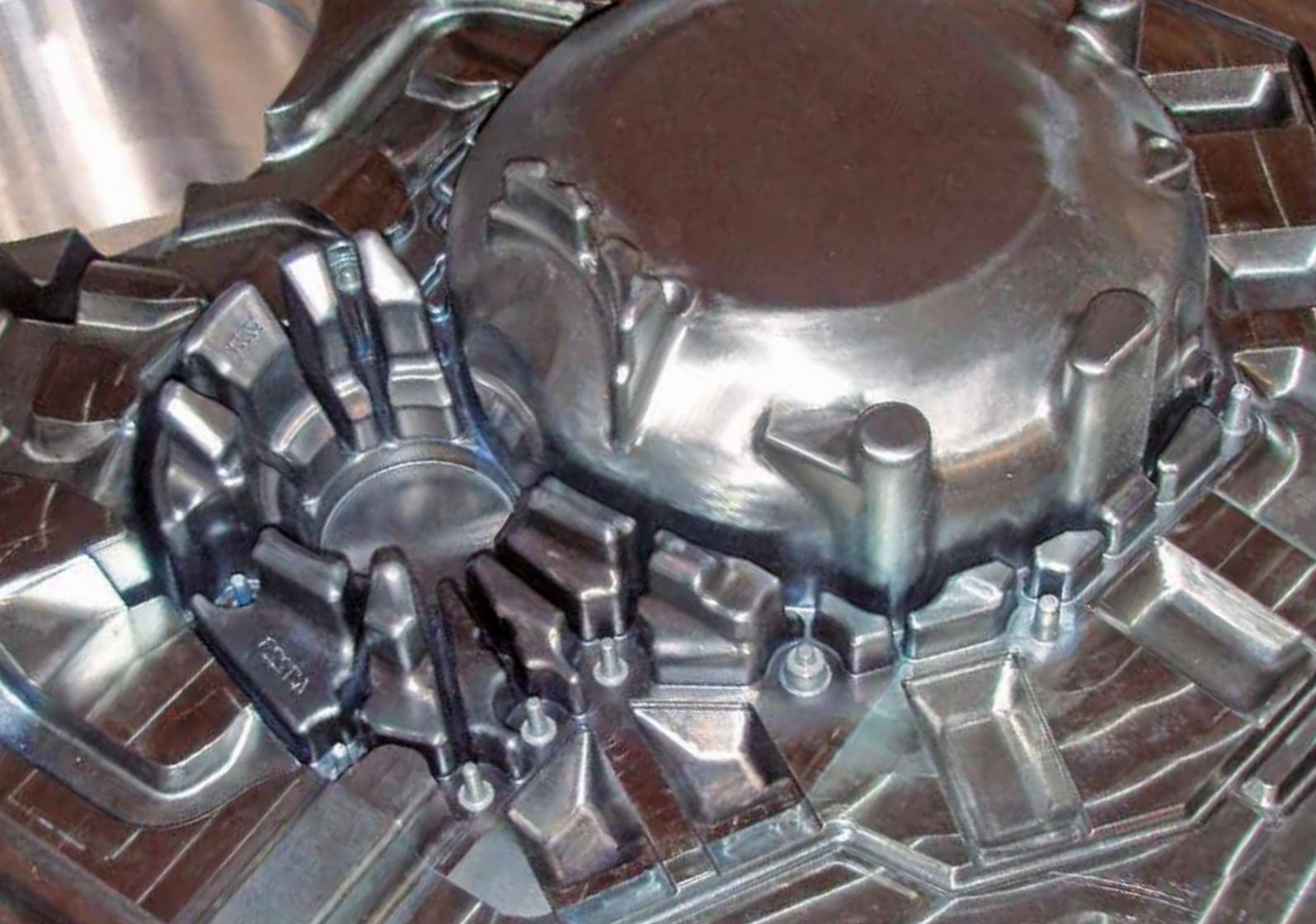
*The effects of cooling speed on toughness properties were examined with hot work steel DIN 1.2343 by cooling down notched ISO-V samples at different speeds. Results are shown in the cooling chart 2.*



- 1 Schnell abgekühlt / Fast quenched
- 2 Langsam abgekühlt / Slow quenched

Die verringerte Abkühlgeschwindigkeit führt zu einem signifikanten Zähigkeitsabfall. Die prozentuelle Abnahme der Zähigkeit mit verringerter Abkühlgeschwindigkeit nimmt mit steigender Härte zu.

*The reduced cooling velocity leads to a significant decrease of toughness. If the hardness is increased, the decrease in toughness is even higher.*



# MECHANISCHE WERTE FÜR XXL-ZÄHIGKEIT MECHANICAL PROPERTIES FOR XXL TOUGH

Mit der Entwicklung des W350 ISOBLOC trägt BÖHLER Edelstahl der komplexen Belastungssituation bei der Warmformgebung und den Einflüssen des Wärmebehandelns bei großen Werkzeugabmessungen Rechnung.

Die ausgewogene Legierungszusammensetzung stellt hohe Zähigkeitswerte auch in großen Werkzeugen sicher und gewährleistet eine bessere thermische Stabilität. So kann ein optimales Verhältnis aus Härte bzw. Festigkeit zu Zähigkeit bzw. Duktilität, angepasst für den jeweiligen Einsatz, eingestellt werden.

*With the development of W350 ISOBLOC, BÖHLER Edelstahl allows large tool sizes for the complex loads in hot forming and for effects of heat treating.*

*A balanced alloy composition ensuring high toughness even in large tools and an improved thermal stability opts for an optimal hardness/strength-toughness/ductility ratio (elongation after fracture and percentage reduction of area after fracture) tailor-fit to every application.*

BÖHLER Marke BÖHLER grade	Chemische Zusammensetzung / Chemical composition [%]							Normen / Standards
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	N	
<b>BÖHLER W350</b> <b>ISOBLOC®</b>	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	0,55	def.	NADCA Grade E

Ein unter Druck geführter Umschmelzprozess (Druck-ESU) verbunden mit einer optimierten Schmiedetechnologie in drei Dimensionen stellt eine hohe Homogenität des Gefüges und somit der Eigenschaften. Weiters wird ein hoher Reinheitsgrad erzielt.

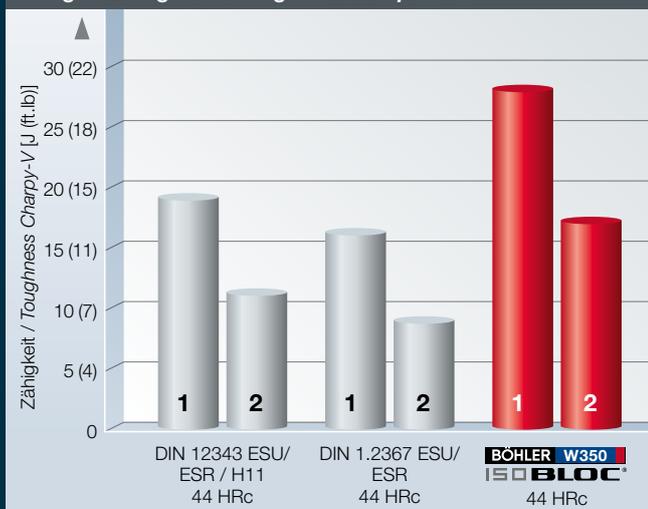
*A pressurized remelting process (pressure ESR) coupled with optimized forging technology in three dimensions guarantees a high degree of homogeneity of the microstructure and the material properties. A high degree of purity can also be realized.*



Wie in der Abbildung ersichtlich verfügt der Warmarbeitsstahl BÖHLER W350 ISOBLOC über ein deutlich erhöhtes Zähigkeitsniveau sowohl bei rascher als auch langsamer Abkühlung von der Härtetemperatur im Vergleich zu den Normwerkstoffen DIN 1.2343 und 1.2367.

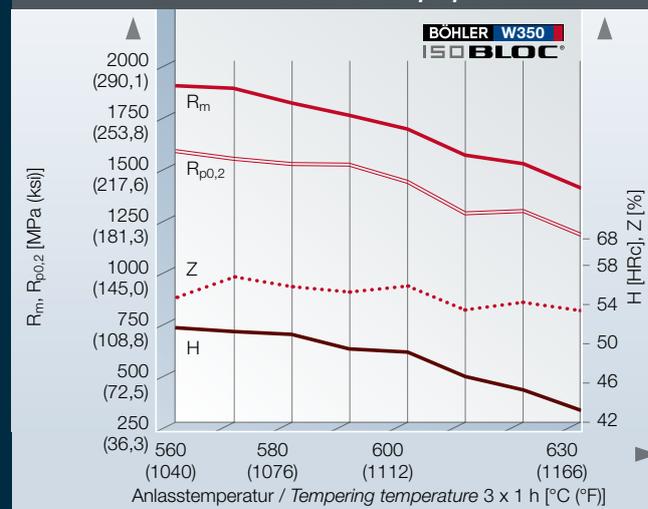
As can be seen in the image below, hot work steel BÖHLER W350 ISOBLOC is characterized by a significantly higher level of toughness for a fast and a slow cooling of the hardening temperature compared with standard materials DIN 1.2343 and 1.2367.

### Zähigkeitsvergleich / Toughness comparison



1 Schnell abgekühlt / Fast quenched  
2 Langsam abgekühlt / Slow quenched

### Mechanische Kennwerte / Mechanical properties



R<sub>m</sub> Zugfestigkeit / Tensile strength  
R<sub>p0.2</sub> Fließgrenze / Yield strength  
H Härte / Hardness  
Z Brucheinschnürung / Reduction of area

# WÄRMEBEHANDLUNG FÜR XXL-LEBENSDAUER HEAT TREATMENT FOR XXL LIFE TIME

## Lieferzustand

Weichgeglüht **max. 205 HB.**

## Wärmebehandlung

### Weichglühen:

800 bis 850 °C.  
Geregelte langsame Ofenabkühlung mit 10 bis 20 °C/h bis ca. 600 °C, weitere Abkühlung in Luft.

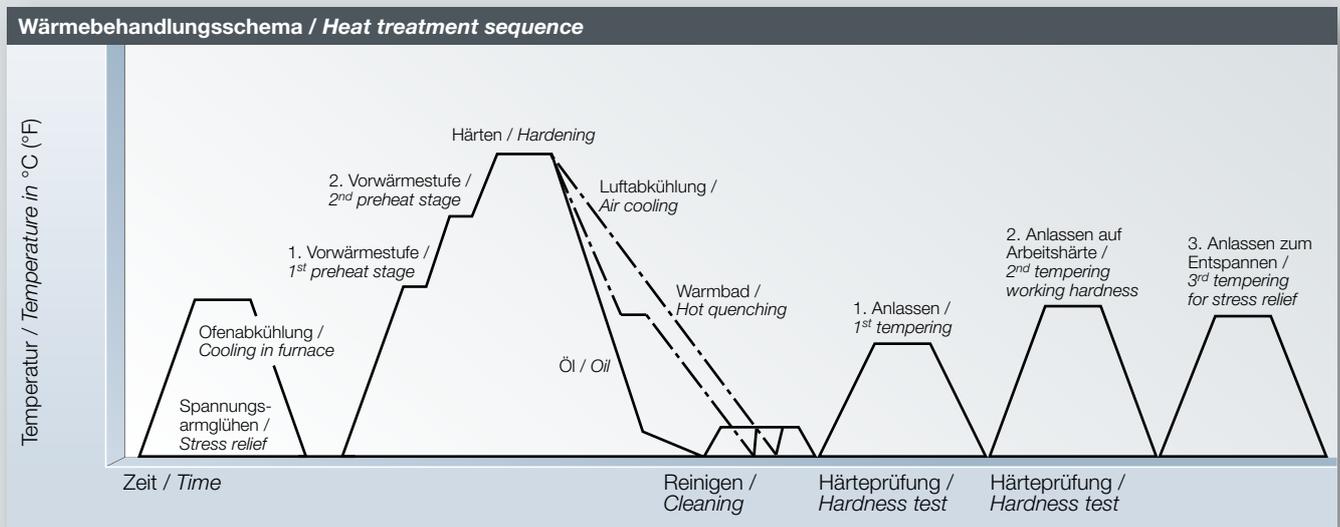
## Condition of delivery

Annealed **max. 205 HB.**

## Heat treatment

### Annealing:

800 to 850 °C (1472 to 1562 °F).  
Slow controlled cooling in furnace at a rate of 10 to 20 °C/hr (50 to 68 °F/hr) down to approx. 600 °C (1112 °F), further cooling in air.





### **Spannungsarmglühen:**

600 bis 650 °C.

Langsame Ofenabkühlung.

Zum Spannungsabbau nach umfangreicher Zerspanung oder bei komplizierten Werkzeugen. Haltedauer nach vollständiger Durchwärmung.

1 – 2 Stunden (in neutraler Atmosphäre).

### **Härten:**

1020 °C (1010 °C).

Öl, Warmbad (500 – 550 °C), Luft oder Vakuum mit Gasabschreckung. Haltedauer nach vollständigem Durchwärmen: 15 bis 30 Minuten.

### **Erzielbare Härte:**

52 – 54 HRC bei Öl- oder Warmbadhärtung;

50 – 53 HRC bei Luft- oder Vakuumhärtung.

**Zur Vermeidung einer Kornvergrößerung ist unbedingt die empfohlene Härtetemperatur einzuhalten.**

Bei großen Werkzeugen wird empfohlen die Härtetemperatur auf 1010 °C zu senken.

### **Stress relieving:**

600 to 650 °C (1112 to 1202 °F).

Slow cooling in furnace.

To relieve stresses caused by extensive machining, or for complex shapes.

Soak for 1 – 2 hours after temperature equalisation (in neutral atmosphere).

### **Hardening:**

1020 °C (1010 °C) [1868 °F (1850 °F)]

Oil, hot quenching (500 – 550 °C [932 – 1022 °F]), air or vacuum with gas quenching. Holding time after temperature equalization: 15 to 30 minutes.

### **Obtainable hardness:**

52 – 54 HRC by oil or delayed martensitic hardening,

50 – 53 HRC in air or vacuum hardening.

**In order to prevent coarsening of the grain, hardening must be carried out at the recommended temperature.**

For big dimensions it's recommended to reduce the temperature to 1010 °C (1850 °F).

# WÄRMEBEHANDLUNG FÜR XXL-LEBENSDAUER HEAT TREATMENT FOR XXL LIFE TIME

## **Anlassen**

Langsames Erwärmen auf Anlasstemperatur unmittelbar nach dem Härten/Verweildauer im Ofen 1 Stunde je 20 mm Werkstückdicke, jedoch mindestens 2 Stunden/Luftabkühlung. Es wird empfohlen mindestens zweimal anzulassen. Ein drittes Anlassen zum Entspannen ist vorteilhaft.

1. Anlassen ca. 30 °C oberhalb des Sekundärhärtemaximums.
2. Anlassen auf Arbeitshärte. Richtwerte für die erreichbare Härte nach dem Anlassen bitten wir dem Anlassschaubild zu entnehmen.
3. Anlassen zum Entspannen 30 bis 50 °C unter der höchsten Anlasstemperatur.

## **Oberflächenbehandlung**

### **Nitrieren:**

Für Bad-, Gas- und Plasmanitrierung geeignet.

### **Reparaturschweißen**

Die Gefahr von Rissen bei Schweißarbeiten ist, wie allgemein bei Werkzeugstählen, vorhanden. Sollte ein Schweißen unbedingt erforderlich sein, bitten wir Sie, die Richtlinien Ihres Schweißzusatzwerkstoffherstellers zu beachten. Für weitere Informationen fordern Sie bitte unsere Schweißbroschüre an.

## **Tempering**

*Slow heating to tempering temperature immediately after hardening/time in furnace 1 hour for each 20 mm (0.79 inch) of workpiece thickness but at least 2 hours/cooling in air. It is recommended to temper at least twice. A third tempering cycle for the purpose of stress relieving may be advantageous.*

- 1<sup>st</sup> tempering approx. 30 °C (85 °F) above maximum secondary hardness.*
- 2<sup>nd</sup> tempering to desired working hardness. The tempering chart shows average tempered hardness values.*
- 3<sup>rd</sup> tempering for stress relieving at temperatures between 30 and 50 °C (85 – 120 °F) below the highest tempering temperature.*

## **Surface treatment**

### **Nitriding:**

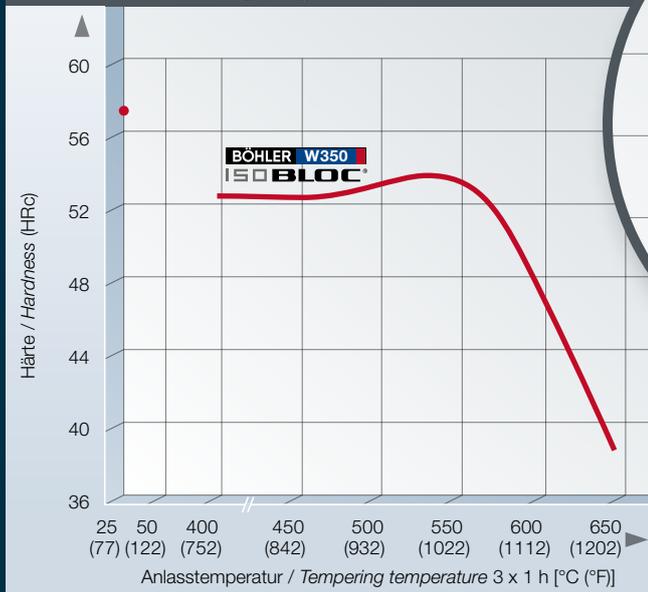
*Suited for bath, gas and plasma nitriding.*

### **Repair welding**

*There is a general tendency for tool steels to develop cracks after welding. If welding cannot be avoided, the instructions of the appropriate welding electrode manufacturer should be sought and followed. For further information please take a look to our welding brochure "Welding in tool making".*



Anlassschaubild / Tempering chart



Härtetemperatur: 1020 °C / Hardening temperature: 1020 °C (1868 °F)

# WÄRMEBEHANDLUNG VON XXL-WERKZEUGEN HEAT TREATMENT FOR XXL TOOLS

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

Austenitisierungstemperatur: 1020 °C

Haltedauer: 15 Minuten

HV<sub>10</sub> Vickershärte

λ Abkühlparameter, d. h. Abkühlungsdauer von 800 – 500 °C in  $s \times 10^{-2}$

Austenitizing temperature: 1020 °C (1868 °F)

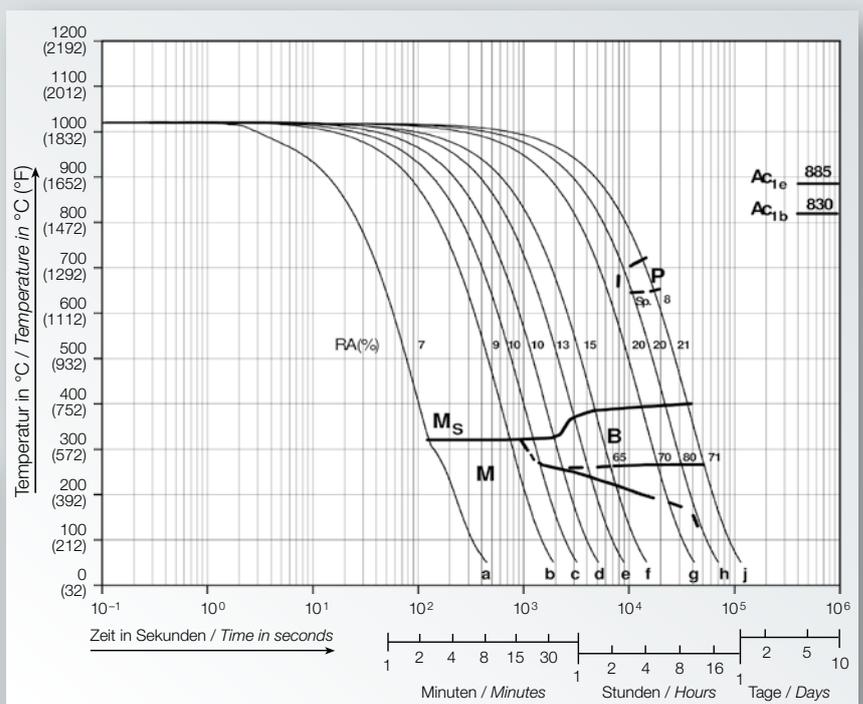
Holding time: 15 minutes

HV<sub>10</sub> Vickers hardness

λ Cooling parameter, i.e. duration of cooling from 800 – 500 °C (1472 – 932 °F) in  $s \times 10^{-2}$

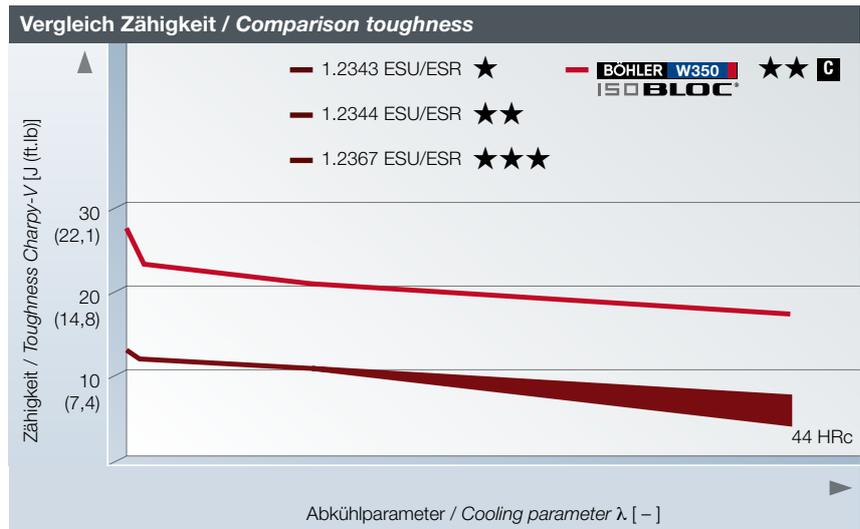
Probe / Sample	λ	HV <sub>10</sub>
a	0,5	630
b	3	616
c	5	606
d	8	606
e	14	517
f	23	478
g	65	497
h	110	454
j	180	459

Chemische Zusammensetzung / Chemical composition [%]					
C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0,38	0,21	0,50	4,95	1,75	0,53



Grundsätzlich zeigen alle klassischen Warmarbeitsstähle mit sinkender Abkühlgeschwindigkeit von der Härtetemperatur einen Abfall der Zähigkeit. Der neue Warmarbeitsstahl BÖHLER W350 ISOBLOC wurde derart konzipiert, dass bei rascher Abkühlung (geringer Abkühlparameter) sehr hohe Zähigkeitswerte erzielt werden können und diese sich auch mit sinkender Abkühlgeschwindigkeit (hoher Abkühlparameter) nur unwesentlich verringern.

*As a basic principle, all of the classic hot work steels display a decrease in toughness as the cooling speed of the quenching temperature is reduced. The new hot work steel BÖHLER W350 ISOBLOC was designed in such a way that during a rapid cooling phase with lower cooling parameters, very high toughness values will be able to be achieved and these values are also only marginally reduced when the cooling speed is reduced (higher cooling parameters).*



**Thermische Stabilität:**

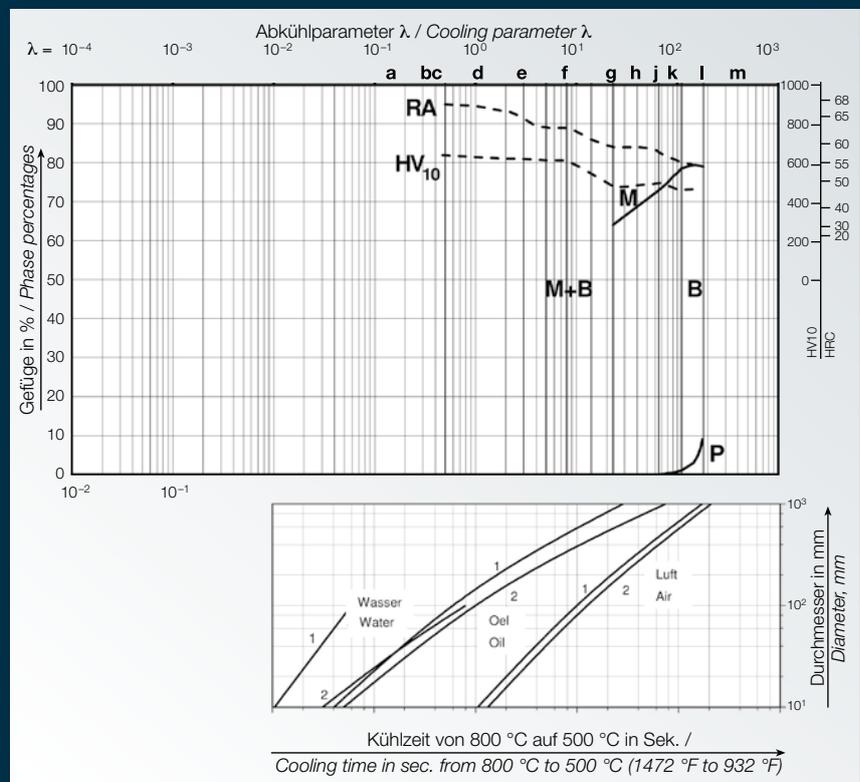
- ★ standard
- ★★ verbessert
- ★★★ hoch
- C** verbesserte Wärmeleitfähigkeit

**Thermal stability:**

- ★ standard
- ★★ improved
- ★★★ high
- C** improved thermal conductivity

**Gefügemengenschaubild / Quantitative phase diagram**

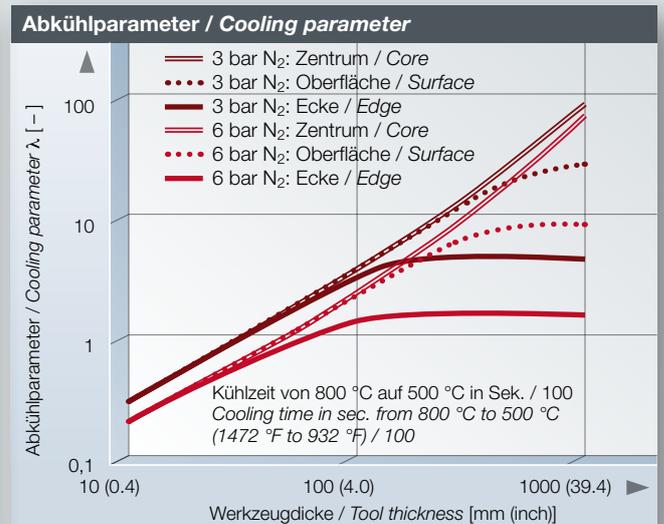
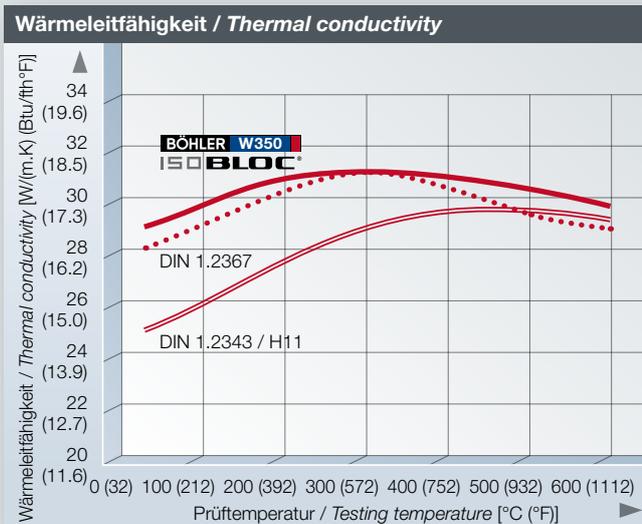
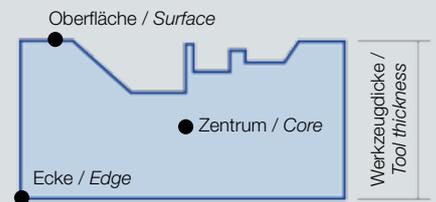
- A..... Austenit / Austenite
  - B..... Bainit / Bainite
  - K..... Karbid / Carbide
  - P..... Perlit / Perlite
  - M..... Martensit / Martensite
  - RA..... Restaustenit / Retained austenite
  - M<sub>s</sub>..... Martensitstart / Martensite start
- 1..... Werkstückrand / Edge or surface  
2..... Werkstückzentrum / Core



# PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN PHYSICAL PROPERTIES

Der sich einstellende Abkühlparameter beim Härten mit Gasabschreckung ( $N_2$ ) ist vorwiegend von der Größe des Werkzeuges und der Geometrie abhängig.

*The cooling parameter set during tempering with gas quenching ( $N_2$ ) is primarily dependent upon the size of the tool and its geometry.*





### Physikalische Eigenschaften / Physical properties

Zustand: gehärtet und angelassen / Condition: hardened and tempered

Elastizitätsmodul bei 20 °C / Modulus of elasticity at 20 °C  
 Modulus of elasticity at 68 °F

214,3 x 10<sup>3</sup> MPa  
 31.1 x 10<sup>3</sup> ksi

Dichte bei 20 °C / Density at 20 °C  
 Density at 68 °F

7,8 kg/dm<sup>3</sup>  
 0.282 lbs/in<sup>3</sup>

Wärmekapazität bei 20 °C / Specific heat capacity at 20 °C  
 Specific heat capacity at 68 °F

455 J/(kg.K)  
 0.109 Btu/lb°F

Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C / Thermal conductivity at 20 °C  
 Thermal conductivity at 68 °F

28,9 W/(m.K)  
 16.70 Btu/ft h°F

### Wärmeausdehnung zwischen 20 °C und ... °C / Thermal expansion between 20 °C (68 °F) and ... °C (°F)

20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	
–	11,45	11,95	12,34	12,69	13,04	13,31	10 <sup>-6</sup> m/(m.K)
68 °F	212 °F	392 °F	572 °F	752 °F	932 °F	1112 °F	
–	6.36	6.64	6.86	7.05	7.24	7.39	10 <sup>-6</sup> in/in°F

### Wärmeleitfähigkeit / Thermal conductivity

20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	
28,9	29,8	30,9	31,0	30,7	30,3	29,7	W/(m.K)
68 °F	212 °F	392 °F	572 °F	752 °F	932 °F	1112 °F	
16.70	17.22	17.85	17.91	17.74	17.51	17.16	Btu/ft h°F

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

Regarding 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**.

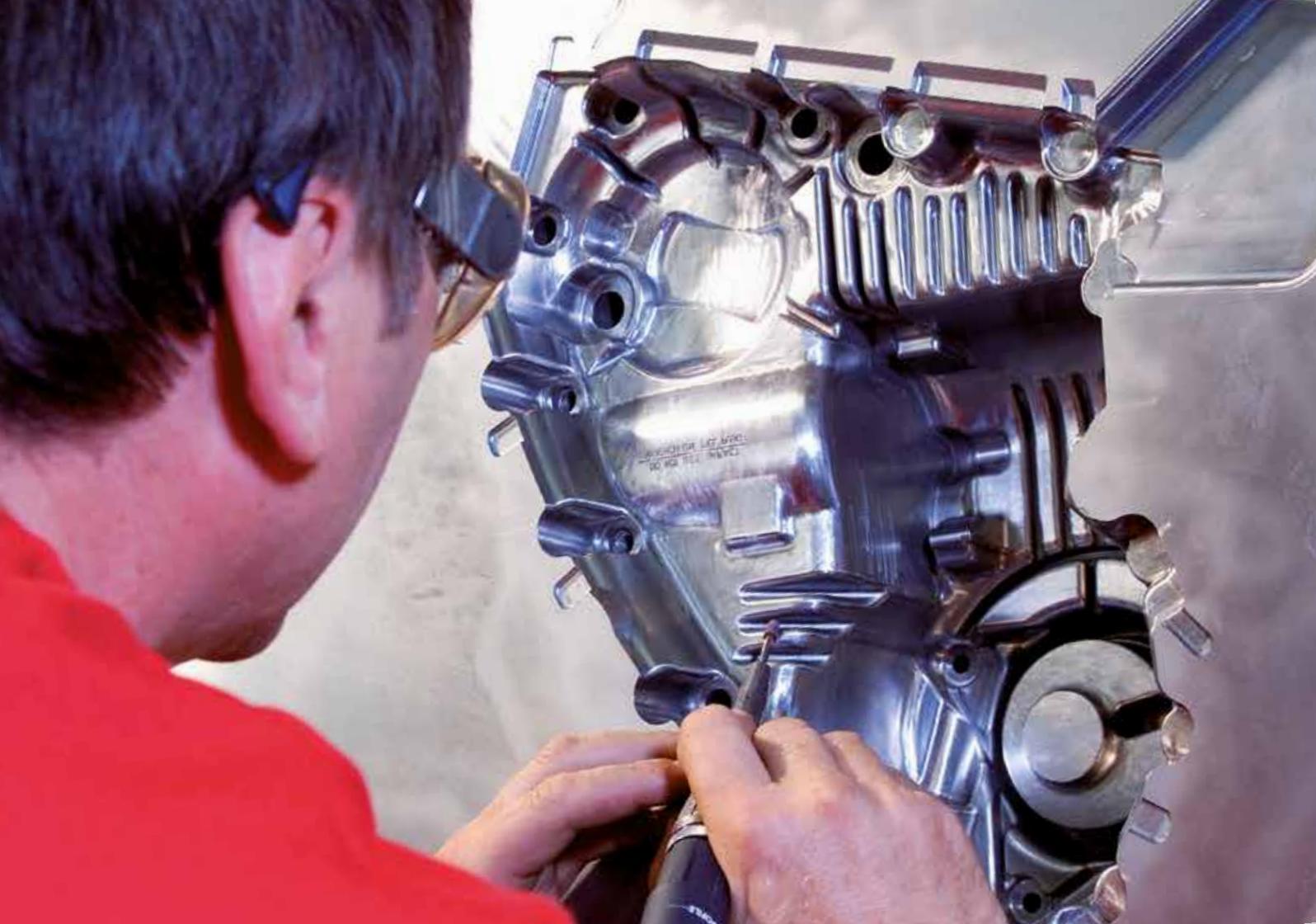
# BEARBEITUNGSHINWEISE

## MACHINING RECOMMENDATIONS

<b>Bearbeitbarkeit / Machinability</b>	
<b>Weichgeglüht / Soft annealed</b>	
<b>Drehen / Turning</b>	
Werkzeug / Tool	Böhlerit PWLN 2525 M08 / WNMG 060408- BM LC225K
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	130
Vorschub / Feed $f$ (mm/U)	0,40
<b>Schruppen / Rough milling (Ø 25 R 3,5 mm)</b>	
Werkzeug / Tool	Depo M40 NTV Atom RDHW 0702 MOS
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	150 – 240
Vorschub (mm/Zahn) / Feed $f_z$ (mm/tooth)	0,40
Zustelltiefe (mm) / Depth of cut $a_p$ (mm)	0,50
Zustellbreite (mm) / Width of cut $a_e$ (mm)	17,50
<b>Bohren / Drilling (Ø 6,8 mm)</b>	
Werkzeug / Tool	Titex VHM Bohrer A3389DPL-6.8
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	225
Vorschub / Feed $f$ (mm/U)	0,18
<b>Tieflochbohren / Deep-hole drilling (Ø 8 mm)</b>	
Werkzeug / Tool	Botek 8x350 K15B Hammond GM08000 A0320 EFHM (Einlippenbohrer / Gun Drill)
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	100
Vorschub / Feed $f$ (mm/U)	0,04

<b>Bearbeitbarkeit / Machinability</b>	
<b>Weichgeglüht / Soft annealed</b>	
<b>Gewindebohren / Tapping M8</b>	
Werkzeug / Tool	Franken-Emuge B 0503700 0080 MGB
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	24

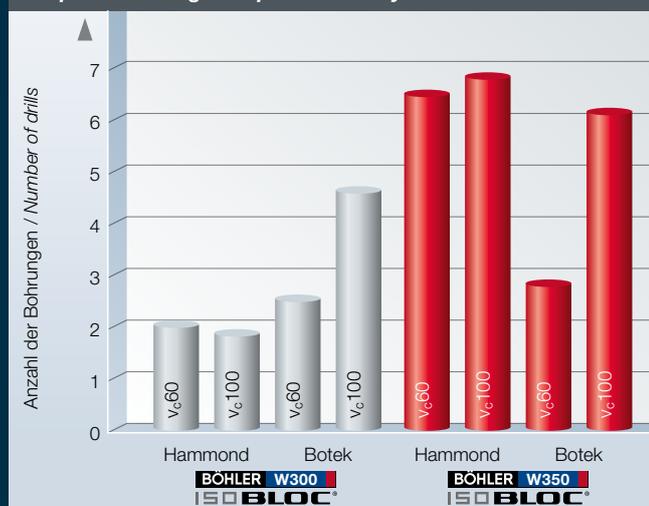
<b>Vergütet / Hardened and Tempered</b>	
<b>Vorschlichten / Pre-finishing (Ø 12 R 5 mm)</b>	
Werkzeug / Tool	Böhlerit-Kieninger WPB 12-FB-50 LC610Z
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	290 – 385
Vorschub (mm/Zahn) / Feed $f_z$ (mm/tooth)	0,13 – 0,18
Zustelltiefe (mm) / Depth of cut $a_p$ (mm)	0,27
Zustellbreite (mm) / Width of cut $a_e$ (mm)	1,50
<b>Schlichten / Finishing (Ø 8 mm)</b>	
Werkzeug / Tool	Franken-Emuge 1966A.008
Schnittgeschwindigkeit / Speed $v_c$ (m/min)	750 – 1250
Vorschub (mm/Zahn) / Feed $f_z$ (mm/tooth)	0,05
Zustelltiefe (mm) / Depth of cut $a_p$ (mm)	0,20
Zustellbreite (mm) / Width of cut $a_e$ (mm)	0,20



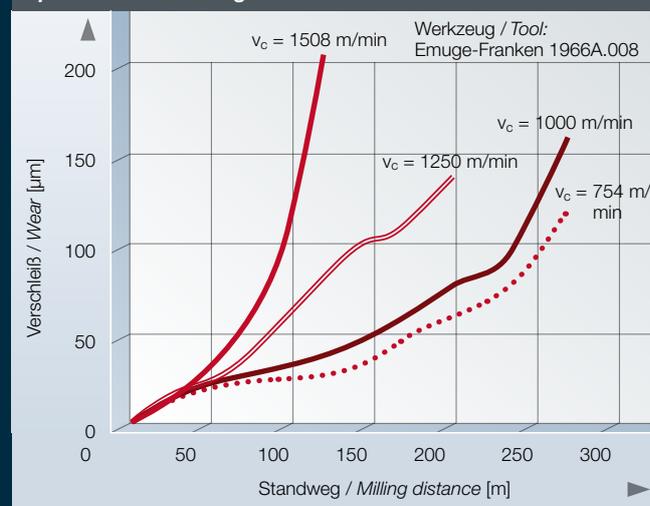
Die vergleichenden Untersuchungen zeigen, dass bei der Bearbeitung von BÖHLER W350 vor allem bei hohen Schnittgeschwindigkeiten eine größere Anzahl von Bohrungen erzielt werden konnte.

The comparative study shows that at deep-hole drilling of BÖHLER W350 especially at higher cutting speed a higher number of drills could be realized.

#### Tieflochbohren 30xD: vergleichende Untersuchungen / Deep-hole drilling: comparative study



#### Optimierung Schlichten / Optimization finishing



Im Zuge der Optimierung des Schlichtprozesses wurde BÖHLER W350 mit unterschiedlichen Schnittgeschwindigkeiten und Werkzeugen getestet. Es hat sich gezeigt, dass der Standweg mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit abnimmt.

To optimize the finishing process BÖHLER W350 was tested at different cutting speed and tools. It has shown that the milling distance decreases with increasing cutting speed.



SPECIAL STEEL FOR THE WORLD'S TOP PERFORMERS

Überreicht durch: \_\_\_\_\_

Your partner:

BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG

Mariazeller Straße 25

A-8605 Kapfenberg/Austria

Phone: +43-3862-20-71 81

Fax: +43-3862-20-75 76

E-Mail: [info@bohler-edelstahl.at](mailto:info@bohler-edelstahl.at)

[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. Messdaten sind Laborwerte und können von Praxisanalysen abweichen. 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. Measurement data are laboratory values and can deviate from practical analyses. The manufacture of our products does not involve the use of substances detrimental to health or to the ozone layer.*

W350 DE - 12.2015 - 1.000 CD - NOS