



WARMARBEITSSTAHL
HOT WORK TOOL STEEL



HOT WORK
TOOL STEEL

FÜR HÖCHSTE THERMISCHE BEANSPRUCHUNGEN FOR THE HIGHEST THERMAL LOAD

Als weltweit bedeutendster Werkzeugstahlhersteller konzentriert sich BÖHLER auf die Lösung anspruchsvoller Kundenprobleme im Werkzeugbau. Einen Schwerpunkt dabei bilden die Warmarbeitsstähle.

Warmarbeitsstähle sind legierte Werkzeugstähle für Verwendungszwecke bei denen die Oberflächentemperatur im Allgemeinen über 200 °C liegt. Während des Einsatzes kommt das Werkzeug kurzzeitig mit heißen Werkstoffen in Berührung, deren Temperatur weit über 200 °C liegt. Es kommt also neben einer thermischen Dauerbelastung zusätzlich zu einer Temperaturwechselbeanspruchung.

Werkzeugstähle für solche Anwendungen müssen neben den allgemeinen bei Werkzeugstählen auftretenden mechanischen und abrasiven Beanspruchungen auch thermische ertragen.

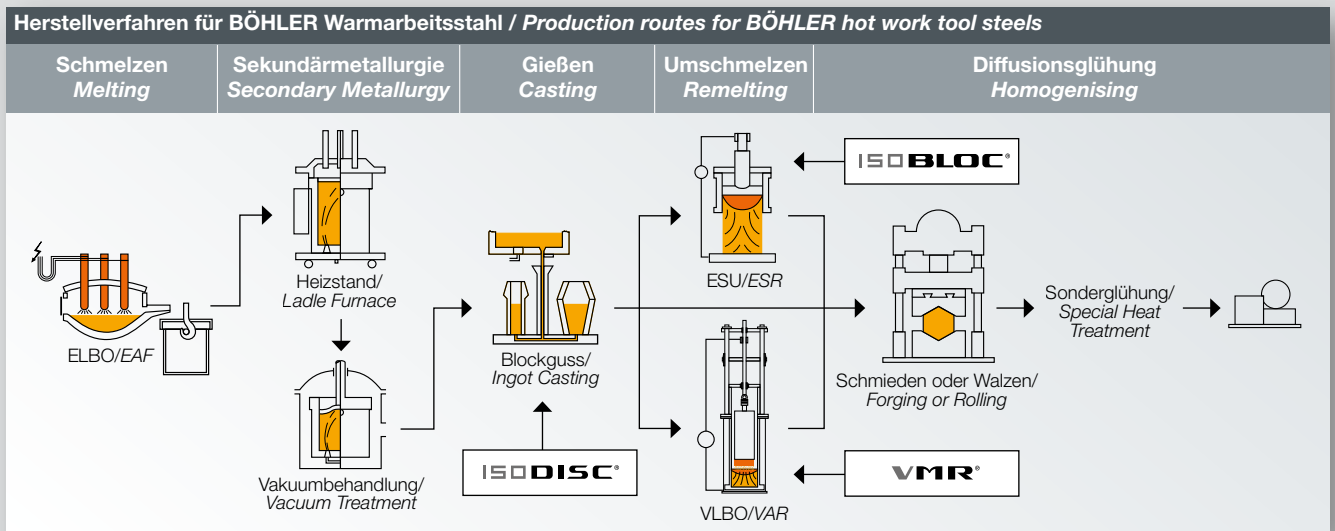
As the leading producer of tool steel worldwide BÖHLER is focused on solving the most demanding customer problems when it comes to toolmaking. One of our top priorities here is hot work tool steels.

Hot work tool steels are alloyed tool steels for use in applications in which the surface temperature is generally above 200 °C. During the application the tool briefly comes into contact with hot material, the temperatures of which are well above 200 °C. Besides long term thermal load, there is the additional stress due to periodic change of temperature.

Tool steels for such applications have to be able to stand up to not only the universal mechanical and abrasive stress generally occurring in tool steels, they have to stand up to thermal load as well.



EDELSTAHL IN HOCHFORM SPECIAL STEELS IN TOP FORM



Eine optimale Kombination der mechanischen als auch der metallurgischen Eigenschaften ermöglicht:

Bei der Werkzeugherstellung:

- einfache Bearbeitung sowie gute Zerspanbarkeit
- sichere und einfache Wärmebehandlung
- beste Maßbeständigkeit bei der Wärmebehandlung

Im Einsatz:

- hohe und gleichmäßige Standmengen
- höchste Sicherheit gegen Ausfall

An optimal combination of both mechanical as well as metallurgical properties allows for:

In the production of the tool steel:

- easy machining and superior machinability
- safe and simple heat treatment
- the best dimensional stability during heat treatment

In use:

- long and uniform tool life time
- maximum security against failure

Eigenschaft Property	Definition Definition	Nutzen Benefits
Warmzähigkeit / Hot toughness	Widerstand eines Materials gegen Rissbildung und -ausbreitung. Bei Warmarbeitsstählen steigt die Zähigkeit mit der Temperatur an. / <i>The resistance of a material to crack formation and crack growth. The toughness of hot work tool steels increases as the temperature rises.</i>	Besonders bei Werkzeugen mit tiefen Gravuren an Querschnittsübergängen und Kanten können sich hohe mechanische Spannungen aufbauen, die zu Warmrissen führen. Eine Erhöhung der Zähigkeit reduziert somit die Gefahr von Rissbildung und bildet einen erheblichen Anteil zur Brandrissbeständigkeit . / <i>On tools with deep engraving at cross-sectional variations and edges high mechanical stress can develop, leading to thermal cracks. An increase in toughness thus reduces the risk of crack formation and contributing greatly to resistance to crack formation.</i>
Warmfestigkeit / Hot strength	Fähigkeit eines Materials mechanische Spannungen ohne Verformung aufzunehmen. Wenn sich der Gefügestand durch die Wärmeeinwirkung verändert, wird die Festigkeit bei Raumtemperatur und in der Folge auch die Festigkeit bei Gebrauchstemperatur vermindert. / <i>The ability of a material to absorb stress without deformation. If the microstructure changes due to the high temperatures, the strength at room temperature and subsequently the strength at service temperature decreases.</i>	Durch ausreichende Festigkeit auch bei hohen Temperaturen steigt die Sicherheit gegen Deformationen der Werkzeuge. / <i>With sufficient strength even at high temperatures the security against deformation of the tools increases.</i>
Anlassbeständigkeit / Retention of hardness	Widerstandsfähigkeit des Materials gegen Erweichen bei erhöhten Temperaturen. / <i>The resistance of a material to softening at elevated temperatures.</i>	Durch ausreichende Anlassbeständigkeit wird eine ausreichende Arbeitshärte auch bei hohen Temperaturen gewährleistet. / <i>With sufficiently good tempering properties sufficient working hardness even at high temperatures will be guaranteed.</i>
Warmverschleißwiderstand / Hot wear resistance	Widerstand gegen Materialverlust an der Oberfläche hervorgerufen durch mechanische Ursachen. / <i>The resistance to loss of material on surfaces brought about by mechanical causes.</i>	Durch ausreichenden Warmverschleißwiderstand wird die Gefahr von Erosion vermindert. / <i>With sufficient hot wear resistance the risk of erosion is reduced.</i>
Temperaturwechselbeständigkeit / Thermal shock resistance	Fähigkeit eines Werkstoffes, die durch Temperaturwechsel hervorgerufenen, zyklischen Belastungen zu ertragen. / <i>The ability of material to stand periodic loads due to cyclic temperature changes.</i>	Die durch Temperaturwechsel an der Oberfläche gebildeten netzförmigen Brandrisse werden verzögert . / <i>The reticular heat checking formed on the surfaces due to change in temperature are delayed.</i>
Thermische Leitfähigkeit / Thermal conductivity	Geschwindigkeit, mit der sich die Erwärmung an einem Punkt durch den Werkstoff ausbreitet. / <i>The speed at which heat from a single point spreads throughout the material.</i>	Durch hohe thermische Leitfähigkeit reduziert sich zum einen der Temperaturgradient, welcher zu Spannungen führt. Zum anderen wird die schädigende Temperatur von der Oberfläche wegtransportiert. Dadurch kommt es zu einer Reduktion von Deformationen, Brand- und Spannungsrisse . / <i>On the one hand, with high thermal conductivity the temperature gradient leading to thermal stress is reduced. On the other hand, the damaging temperature is transported away from the surface. This brings about a reduction in deformations, heat checking and gross cracking.</i>

Diese Eigenschaften werden größtenteils durch metallurgische Merkmale geprägt und somit schon während der Erschmelzung des Warmarbeitsstahles eingestellt. Durch Entwicklung und Weiterentwicklung von Erschmelzung und Umschmelzung führen Erfahrung und die permanente Forschung zu einer kontinuierlichen Verbesserung dieser metallurgischen Eigenschaften.

For the most part these properties are characterized by metallurgical features and thus are regulated during the melting of the hot work tool steel. Our experience and on-going research lead to the continuous improvement of these metallurgical properties through advancements and further developments in the melting and remelting processes.

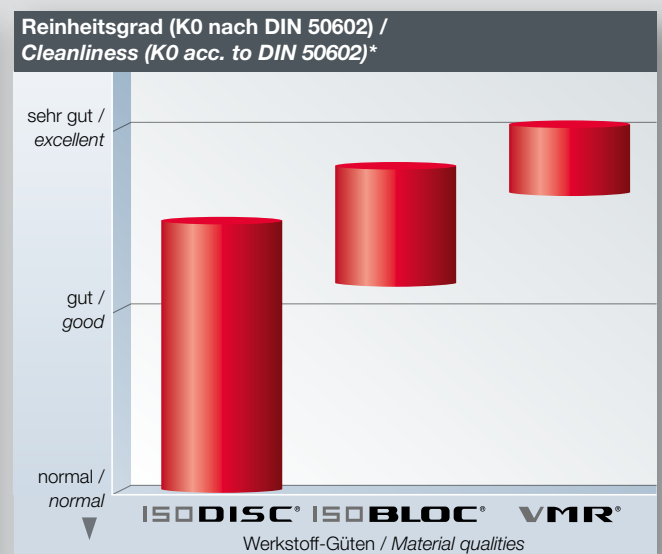
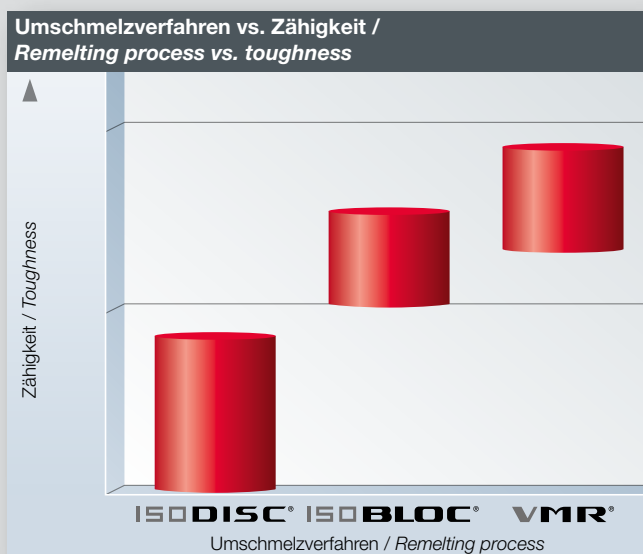
VERGLEICH DER EIGENSCHAFTSMERKMALE COMPARISON OF STEEL PROPERTIES

Qualitativer Vergleich der wichtigsten Eigenschaftsmerkmale

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.

Qualitative comparison of the major steel properties

This table is intended to support the steel choice. It does not, however, take into account the various load conditions imposed by the different types of applications. Our technical consultancy staff will be glad to assist you in any questions concerning the use and processing of steels.



* in Abhängigkeit vom Schmelz- und Umschmelzverfahren /
Cleanliness (K0 acc. to DIN 50602) depending on the melting and remelting process



BÖHLER Marke BÖHLER grade	Warmfestigkeit High temperature strength	Warmzähigkeit High temperature toughness	Warmverschleißwiderstand High temperature wear resistance	Bearbeitbarkeit Machinability
BÖHLER W300 ISO DISC ®	★★	★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W300 ISO BLOC ®	★★	★★★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISO DISC ®	★★★	★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISO BLOC ®	★★★	★★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W303 ISO DISC ®	★★★★★	★★★	★★★★★	★★★★★
BÖHLER W320 ISO DISC ®	★★★	★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W321 ISO DISC ®	★★★★★	★★	★★★★★	★★★★★
BÖHLER W350 ISO BLOC ®	★★★	★★★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W360 ISO BLOC ®	★★★★★★	★★★★★	★★★★★★	★★★★★
BÖHLER W400 VMR ®	★★	★★★★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W403 VMR ®	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
BÖHLER W500	★	★★★	★	★★★
BÖHLER W720 VMR ®	Martensitaushärtbare Stähle (Aushärtetemperatur ca. 480 °C); in dieser Form nicht mit den vergütbaren Stählen vergleichbar. /			
BÖHLER W722 VMR ®	Maraging steels (ageing temperature about 480 °C), in this form not comparable with the heat treatable steels.			

CHEMISCHE ANALYSE

CHEMICAL ANALYSIS

BÖHLER Marke BÖHLER grade	Chem. Zusammensetzung in % / Chem. composition in %								Normen / Standards		
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Sonst. / Others	DIN / EN	BS	AFNOR
BÖHLER W300 ¹ ISOBLOC ®	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	–	0,40	–	< 1.2343 > X38CrMoV5-1	BH11	Z38CDV5
BÖHLER W302 ¹ ISOBLOC ®	0,39	1,10	0,40	5,20	1,30	–	0,95	–	< 1.2344 > X40CrMoV5-1	BH13	Z40CDV5
BÖHLER W303 ¹ ISODISC ®	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	–	0,55	–	< 1.2367 > X38CrMoV5-3	–	–
BÖHLER W320 ¹ ISODISC ®	0,31	0,30	0,35	2,90	2,80	–	0,50	–	< 1.2365 > 32CrMoV12-28 (X32CrMoV3 3)	BH10	32DCV28
BÖHLER W321 ¹ ISODISC ®	0,39	0,30	0,35	2,90	2,80	–	0,65	Co = 2,90	~ 1.2885 ~ X32CrMoCoV3-3-3	BH10A	(30DCKV28)
BÖHLER W350 ¹ ISOBLOC ®	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	–	0,55	Ni = 0,04	–	–	–
BÖHLER W360 ¹ ISOBLOC ®	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	–	0,55	–	–	–	–
BÖHLER W400 ¹ VMR ®	0,37	0,20	0,25	5,00	1,30	–	0,45	–	~ 1.2343 ~ X37CrMoV5-1	~ BH11	Z36CDV5 ~ Z38CDV5
BÖHLER W403 ¹ VMR ®	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	–	0,65	–	~ 1.2367 ~ X38CrMoV5-3	–	~ Z38CDV5-3
BÖHLER W500 ²	0,55	0,25	0,75	1,10	0,50	1,70	0,10	–	< 1.2714 > 56NiCrMoV7 ~ 1.2711 ~ 54NiCrMoV6	~ 5 (BS224)	~ 55NCDV7
BÖHLER W720 ² VMR ®	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,10	–	5,00	18,50	–	Co = 9,00 Ti = 0,70 Al = 0,10	~ 1.2709	–	–
BÖHLER W722 ² VMR ®	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,05	–	4,90	18,00	–	Co = 9,30 Ti = 1,00	< 1.2709 >	–	–

¹ auch in ISODISC-Güte lieferbar / also available in ISODISC quality

² Sondermarke, vor Bestellung bitten wir um Rückfrage / Special grade, please enquire before ordering



BÖHLER Marke BÖHLER grade	Verwendung Applications	
BÖHLER W300 ISOBLOC®	Vornehmlich zur Verarbeitung von Leichtmetalllegierungen / <i>Primarily for the processing of light metal alloys</i>	Hochbeanspruchte Warmarbeitswerkzeuge, wie Pressdorne, Pressmatrizen und Blockaufnehmer für das Metallrohr- und Strangpressen. / <i>Highly stressed hot work tools, such as mandrels, dies and containers for metal tube and rod extrusion.</i>
BÖHLER W302 ISOBLOC®		Warmfließpresswerkzeuge, Druckgießwerkzeuge, Formteilpressgesenke, Gesenkeinsätze, Warmscherenmesser. / <i>Hot extrusion tools, die casting tools, forming dies, die inserts, hot shear blades.</i>
BÖHLER W303 ISODISC®		
BÖHLER W320 ISODISC®	Vornehmlich zur Verarbeitung von Schwermetalllegierungen / <i>Primarily for the processing of heavy metal alloys</i>	Werkzeuge für die Hohlkörperfertigung, Werkzeuge für die Schrauben-, Mutter-, Nieten- und Bolzenerzeugung. / <i>Tools for the manufacture of hollows, tools for the manufacture of screws, nuts, rivets and bolts.</i>
BÖHLER W321 ISODISC®		
BÖHLER W350 ISOBLOC®	Vornehmlich zur Verarbeitung von Leichtmetalllegierungen / <i>Primarily for the processing of light metal alloys</i>	
BÖHLER W360 ISOBLOC®	Vornehmlich zur Verarbeitung von Schwer- und Leichtmetalllegierungen / <i>Primarily for the processing of heavy metal and light metal alloys</i>	Stempeln und Matrizen für die Warm- bzw. Halbwarmverformung. Werkzeuge für Schnellschmiedepressen. Zähigkeitskritische Kaltarbeitsanwendungen. Strangpresswerkzeuge, z.B. Matrizen, Stempel, Pressdorne. Kernstifte und Einsätze in Druckgussformen. Spezifische Anwendungen in der Kunststoffverarbeitung. / <i>Dies and punches in warm and hot forging. Tooling for high speed presses. Toughness-critical cold work applications. Extrusion tooling, e.g. dies. Core pins and inserts in die-casting dies. Specific applications in the plastic processing sector.</i>
BÖHLER W400 VMR®	Vornehmlich zur Verarbeitung von Leichtmetalllegierungen / <i>Primarily for the processing of light metal alloys</i>	Hochbeanspruchte Warmarbeitswerkzeuge, wie Pressdorne, Pressmatrizen und Blockaufnehmer für das Metallrohr- und Strangpressen. Warmfließwerkzeuge, Druckgießwerkzeuge, Formteilpressgesenke, Gesenkeinsätze, Warmscherenmesser. Werkzeuge für die Hohlkörperfertigung, Werkzeuge für die Schrauben-, Muttern-, Nieten- und Bolzenerzeugung. / <i>Highly stressed hot work tools, such as mandrels, dies and containers for metal tube and rod extrusion. Die casting tools, forming dies, die inserts, hot shear blades. Hot extrusion tools, tools for the manufacture of hollows, tools for the manufacture of screws, nuts, rivets and bolts.</i>
BÖHLER W403 VMR®		
BÖHLER W500 ²		Gesenke bis zu größten Abmessungen, Werkzeuge für das Rohr- und Strangpressen, Formteilpressgesenke, Biege- und Prägwerkzeuge, Kunststoffformen. / <i>Dies, including those of very large size, tools for rod and tube extrusion, forming dies, bending and embossing tools, plastic moulds.</i>
BÖHLER W720 VMR®	Kalt- und Warmarbeitswerkzeuge für Temperaturbeanspruchungen bis ca. 450 °C. Werkzeuge für hydrostatische Pressen, Kaltfließpresswerkzeug, Kaltstauch- und Prägwerkzeug, Kunststoffformen, Druckgießwerkzeuge für Aluminium- und Zinklegierungen, Warmpresswerkzeuge. / <i>Hot and cold work tool steel for long-time service up to abt. 450 °C. Tools for hydrostatic presses, cold extrusion tools, cold heading and embossing tools, moulds for the plastic industry, die casting tools for aluminium and zinc alloys, hot pressing tools, cold pilger mandrels.</i>	
BÖHLER W722 VMR®	Kaltstauch- und Prägwerkzeug, Kaltfließpresswerkzeug, Armierungen, Scherenmesser, Kunststoffformen, Druckgießwerkzeuge für Aluminium- und Zinklegierungen, Warmpresswerkzeuge. / <i>Cold heading and embossing tools, cold extrusion tools, casings, shear plates, moulds for the plastic industry, die casting tools for aluminium and zinc alloys, hot pressing tools.</i>	

¹ auch in ISODISC-Güte lieferbar / also available in ISODISC quality

² Sondermarke, vor Bestellung bitten wir um Rückfrage / Special grade, please enquire before ordering

DRUCKGUSSPROZESS

PRESSURE DIE CASTING PROCESS

Druckgießen

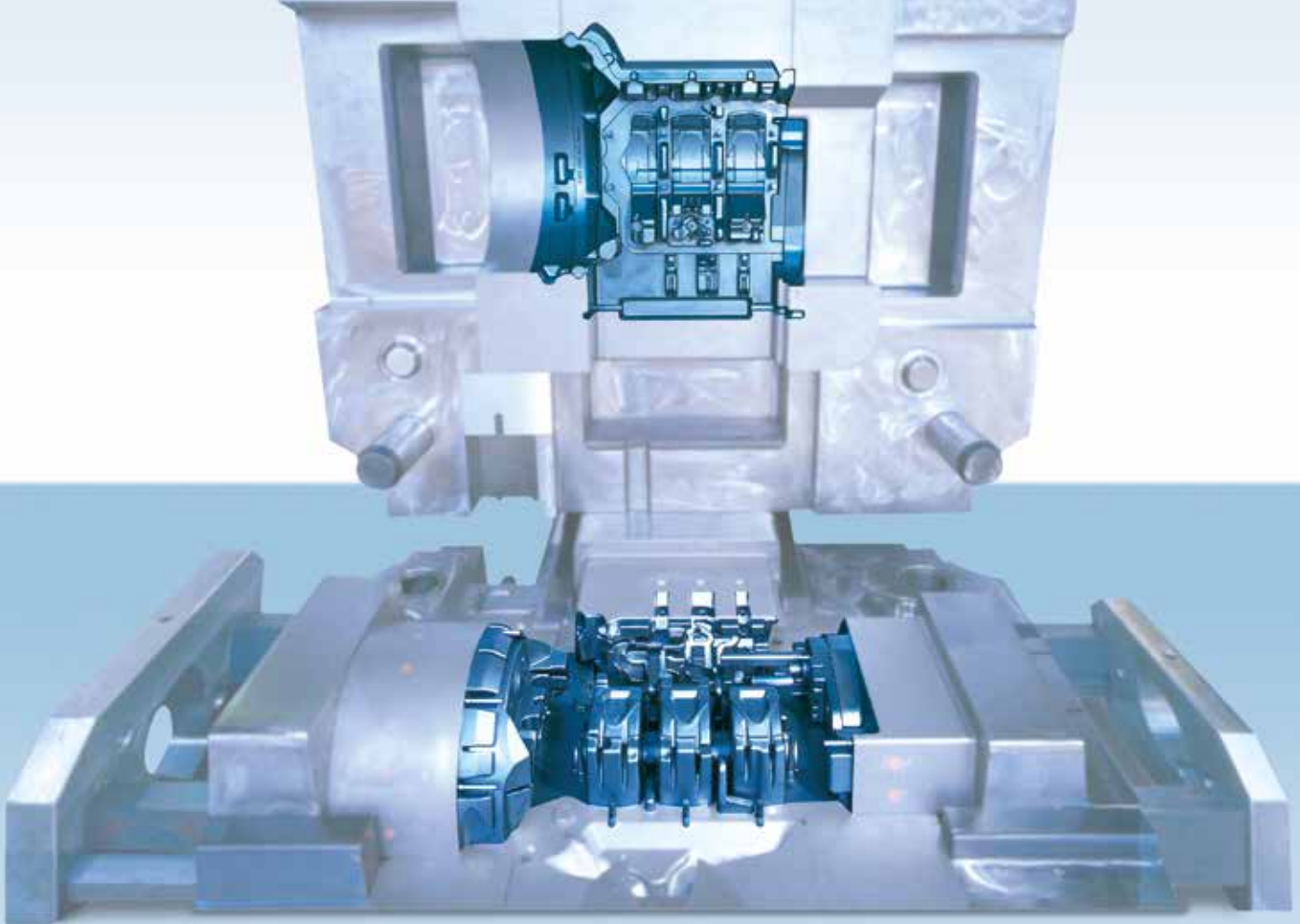
Beim Druckgießen wird flüssiges Metall in eine konturgenaue Form eingespritzt, wo es unter Einwirken von Druck erstarrt. Die mit diesem Prozess verarbeiteten Schmelzen reichen von Materialien mit niedrigem Schmelzpunkt wie Zinn-, Blei- und Zinklegierungen, mittlerem Schmelzpunkt wie Aluminium oder Magnesium sowie deren Legierungen, bis hin zu hochschmelzenden Kupferlegierungen.

Beim **Kaltkammer-Druckgussverfahren** wird die Schmelze des zu verarbeitenden Metalls portionsweise einem Dosierofen entnommen und mit einer Schöpfvorrichtung in eine Gießkammer gefüllt. Anschließend wird das eingefüllte Metall mit einem hydraulisch angetriebenen Kolben in die Form gepresst. Da die Gießkammer nicht während des gesamten Gießens mit der flüssigen Schmelze in Verbindung steht, also kalt gegenüber der Schmelze ist, spricht man vom Kaltkammerverfahren. Beim **Warmkammer-Druckgussverfahren** ist die Gießkammer kontinuierlich mit der Schmelze verbunden. Die Kammer befindet sich auf Gießtemperatur.

Die casting

In die casting liquid metal is injected into a die of the exact shape in which, under pressure, it solidifies. Meltings processed in this manner encompass materials with lower melting points such as tin, lead and zinc alloys, those with mid-range melting points such as aluminium or magnesium and their alloys, up to copper alloys with higher melting points.

*In the **cold chamber die casting process** the melting of the metal to be processed is drawn in portions from a dosing furnace and filled into a casting chamber by means of a ladling device. Afterwards the metal that was poured in is pressed into the die with a hydraulically driven plunger. Due to the fact that the casting chamber does not come into contact with the liquid melting during the entire casting process, thus is cold in contrast to the melting, the term cold chamber process is used. In the **hot chamber die casting process** the casting chamber is in constant contact with the melting. This chamber is at casting temperature.*



Da Aluminium- und Kupferlegierungen mit dem Stahl der Gießkammer reagieren, führt ein längerer Kontakt dieser Schmelzen mit den Werkzeugkomponenten zu Erosion und Korrosion. Aus diesem Grund werden diese Metalle mit dem Kaltkammerverfahren verarbeitet. Um eine gute Füllung der Formen ohne vorzeitige Erstarrung auch bei dünnwandigen Teilen gewährleisten zu können wird die Schmelze unter Drücken von 200 – 300 bar eingepresst. Aufgrund dieser hohen Drücke laufen die Gießprozesse entsprechend schnell ab. Selbst Formen für mehrere Kilogramm schwere Gussteile aus Aluminium werden innerhalb weniger Sekunden gefüllt.

Heute werden etwa 80% der Aluminiumgussteile mit dem Kaltkammer-Druckgussverfahren erzeugt.

Since aluminium alloys and copper alloys react with the steel of the casting chamber, a longer contact of this melt with the tool components leads to erosion and corrosion. For this reason these metals are processed using the cold chamber procedure. In order to be able to guarantee even casting of the dies without premature solidification on thin gage parts as well, the melt is moulded under pressure of 200 – 300 bar. Due to these high pressure conditions the casting processes take place correspondingly quickly. Even the dies of aluminium castings weighing several kilograms are filled within seconds.

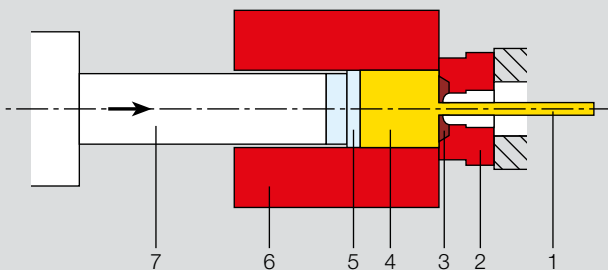
Nowadays approximately 80% of the aluminium castings are produced using the cold chamber die casting procedure.

Anforderungsprofil <i>Requirement profile</i>	Gießkammer <i>Casting chamber</i>	Gießkolben <i>Piston</i>	Form <i>Die</i>	Kern <i>Core</i>
Verschleißwiderstand / <i>Wear resistance</i>	★★★★★	★★	★★★★	★★★★
Anlassbeständigkeit / <i>Retention of hardness</i>	★★★★	★★	★★★★	★★★★★★
Warmfestigkeit / <i>High temperature strength</i>	★★	★	★★★★	★★★★
Brandrissbeständigkeit / <i>Heat checking resistance</i>	★★	★	★★★★★	★★★★★★
Warmzähigkeit / <i>High temperature toughness</i>	★★	★★	★★★★★★	★★★★

STRANGPRESSEN

ROD EXTRUSION

Direktes Strangpressen / Direct extrusion



- 1 Strang / Extrusion
- 2 Matrizenhalter / Die holder
- 3 Matrize / Die
- 4 Block / Billet
- 5 Pressscheibe / Dummy block
- 6 Rezipient / Container
- 7 Stempel / Stem

Das Direkt-Strangpressen ist das am häufigsten verwendete Verfahren, bei dem der zu verpressende Block vom Stempel in Richtung der Matrize gepresst wird. Die zwischen Block und Innenbüchse auftretende Reibung limitiert die Länge der Blockaufnehmer. Da die Umformung des Pressgutes immer am matrizenseitigen Ende des Blockaufnehmers erfolgt, kommt es in diesem Bereich neben erhöhten Temperaturbelastungen auch lokal zu höherem Verschleiß, sodass ein sehr einseitiges Belastungsverhältnis auftritt.

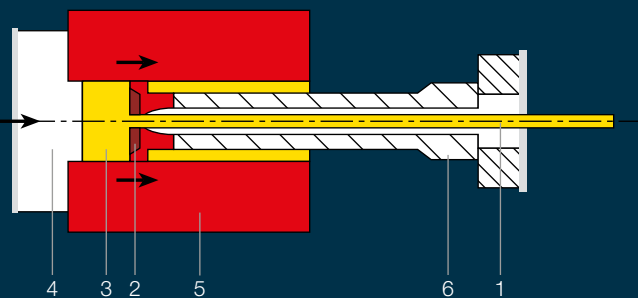
Da dieses Verfahren das älteste Strangpressverfahren ist, findet man noch immer Blockaufnehmer, die keine geregelte Heizung aufweisen. Moderne Pressen sind aber auch trotz der kürzeren Blockaufnehmer mit zonengeregelten Widerstandsheizungen und teilweise auch mit Kühlungen ausgestattet.

Direct extrusion is the process used most often. Here the billet to be extruded is pressed towards and through the die by the stem. The friction arising between billet and liner limits the length of the container. Because the material to be extruded is always deformed at the die end of the container, not only does a higher thermal loading occur here but wear is also more extensive at this point, leading to a very one-sided loading situation.

Since this is the oldest extrusion process, some containers without controllable heating systems are still in operation. Modern direct extrusion presses are usually equipped with a zone-controlled resistance heating system and sometimes also with a cooling system, despite the comparatively short length of the container.



Indirektes Strangpressen / Indirect extrusion



- 1 Strang / Extrusion
- 2 Pressscheibe mit Matrize / Dummy block with die
- 3 Block / Billet
- 4 Verschlussstück / Sealing plug
- 5 Rezipient / Container
- 6 Stempel / Stem

Das Indirekt-Strangpressen hat in den letzten Jahren eine größere Bedeutung erlangt. Da bei diesem Verfahren der Blockaufnehmer mit dem Block gegen den Hohlpressstempel gedrückt wird, entfällt die Reibung zwischen Block und Innenbüchse, wodurch ein geringerer Kraftbedarf besteht und den Bau sehr langer Blockaufnehmer ermöglicht. Die daraus resultierenden längeren Presszeiten führen aber zu höheren thermischen Belastungen der Blockaufnehmerkomponenten.

Da das Pressgut durch die Stempelbohrung ausgebracht wird, limitiert der Bohrungsdurchmesser die Abmessungen des Pressgutes. Um dennoch ein möglichst weites Erzeugungsprogramm zu gewährleisten, werden die Hohlstempel meist mit großen Bohrungen versehen, was eine hohe Druckbelastung der Stempel verursacht und eine sorgfältige Materialwahl erfordert. Da der Großteil der Pressen mit Blockaufnehmern länger als 1200 mm ausgestattet sind, gehören eine Mehrzonenheizung und Kühlung zur Standardausrüstung.

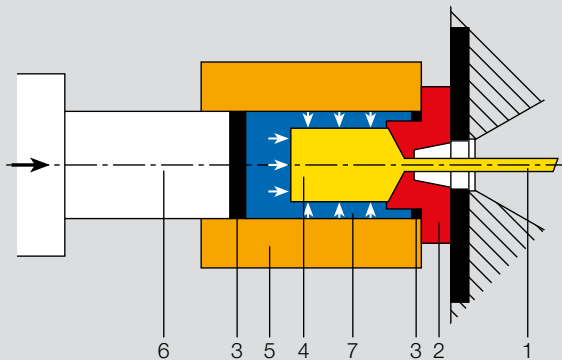
The indirect extrusion process has gained significant importance in the last few years. In this process the container, with the billet, is pressed directly against the hollow stem, with the result that the friction between billet and liner becomes negligible thus lowering the necessary force. This enables the use of very long containers. The resulting long press times lead to higher thermal stresses in the container components.

Since the extruded material must pass through the bore in the stem, the diameter of this bore limits the dimension of the extrusion which can be produced. In order to be able to produce a wide range of products despite this, the hollow stem is usually designed with a large bore which in turn leads to a high compressive stress on the stem and so necessitates careful selection of materials. Most indirect presses are equipped with containers over 1200 mm in length, meaning that multi-zone heating systems and cooling systems are standard.

STRANGPRESSEN

ROD EXTRUSION

Hydrostatisches Strangpressen / *Hydrostatic extrusion*



- 1 Strang / *Extrusion*
- 2 Matrize / *Die*
- 3 Dichtung / *Seal*
- 4 Block / *Billet*
- 5 Rezipient / *Container*
- 6 Stempel / *Stem*
- 7 Hydrostatikumedium / *Hydrostatic medium*

Das hydrostatische Strangpressen ist ein relativ selten eingesetztes Verfahren und wird in erster Linie für schwer herstellbare Produkte verwendet. Dieses Verfahren arbeitet meist bei sehr hohen Drücken, sodass die Blockaufnahme Komponenten großer Materialermüdung ausgesetzt sind. Für den Werkzeuglieferanten stellen diese Werkzeuge eine besondere Herausforderung dar und nur beste Werkstoffeigenschaften (VMR-Güte) haben sich bewährt.

Hydrostatic extrusion is a relatively rare process and is primarily used only for products which are otherwise difficult to manufacture. This process is usually operated at very high pressures so that the container components are subject to a high degree of material fatigue. These tools are a particular challenge for tooling suppliers. Our VMR qualities with the best material properties have proven to be a good solution here.



Anforderungsprofil <i>Requirement profile</i>	Mantel <i>Mantle</i>	Zwischenbüchse <i>Liner holder</i>	Innenbüchse <i>Liner</i>	Presstempel <i>Stem</i>
Verschleißwiderstand / <i>Wear resistance</i>	★	★	★★★★★	★★
Warmhärte / <i>Hot hardness</i>	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★
Warmfestigkeit / <i>High temperature strength</i>	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★
Kriechbeständigkeit / <i>Creep resistance</i>	★★★★★★	★★★★★★	★★★★	★
Brandrissbeständigkeit / <i>Heat checking resistance</i>	★	★	★★★★★	★
Druckbeständigkeit / <i>Compressive strength</i>	★	★★★★	★★	★★★★★★
Warmzähigkeit / <i>High temperature toughness</i>	★★★★	★	★★★★	★★

SCHMIEDEPROZESS

Schmieden ist das spanlose Umformen von Metallen zwischen zwei Werkzeugen. Die Wahl des Werkzeugstahles richtet sich in erster Linie nach dem jeweiligen Schmiedeverfahren.

Gesenkschmieden

Das Schmieden im Gesenk erfolgt mittels Schlag durch einen Hammer oder durch hohen Druck mit einer Schmiedepresse oder Schmiedemaschine.

Beim Schmieden mit einem **Hammer** befindet sich das Schmiedestück nur kurzzeitig in Kontakt mit einem Gesenk. Dadurch wird das Gesenk geringer auf Temperatur beansprucht. Die **mechanische Beanspruchung ist allerdings groß**. Es ist daher sehr wichtig, dass der verwendete Warmarbeitsstahl über gute Zähigkeitseigenschaften verfügt.

Demgegenüber erfolgt der Kontakt beim **Schmiedepressen** über einen längeren Zeitraum, wodurch es zu einer **höheren Temperaturbeanspruchung des Werkzeuges** kommt. Daher werden hier Warmarbeitsstähle auf Basis Chrom-Molybdän eingesetzt, die sich durch erhöhte Anlassbeständigkeit, Warmfestigkeit, Warmverschleißwiderstand und Warmzähigkeit auszeichnen.

FORGING PROCESS

Forging is the non-cutting shaping of metals between two tools. The choice of tool steel is primarily determined by the respective forging process.

Drop forging

Drop forging is carried out by impacting material with a hammer or by applying a great amount of pressure with a forging press or forging machine.

*When forging with a **hammer** the forging piece is only in contact with the die for a short period of time. Due to this, the die has to withstand lower temperatures. However, the **mechanical stress is high**. Thus, it is quite important for the hot work tool steel used to have very good toughness properties.*

*Compared with that, the contact during **forging pressing** occurs over a longer period of time, which then causes a **higher temperature strain on the tool**. Thus, in such a case hot work tool steels with a chromium-molybdenum base are used, which are singled out as having good tempering resistance, high temperature strength, hot wear resistance, and hot toughness.*



Anforderungsprofil / Requirement profile	Gesensschmieden mit Hammer / Drop forging with hammer	Gesensschmieden mit Presse / Drop forging with press	Halbwarm- umformung / Semi hot forging
Verschleißwiderstand / Wear resistance	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Anlassbeständigkeit / Retention of hardness	★★	★★★★★	★★★★
Warmfestigkeit / High temperature strength	★★★★	★★★★	★★★★★
Brandrissbeständigkeit / Heat checking resistance	★	★★	★
Warmzähigkeit / High temperature toughness	★★★★★	★★★★	★★

Schnellschmieden

Vollautomatische Mehrstufenpressen sind Schmiedeanlagen, die in mehreren Umformstufen selbst **schwierige Formen aus schwer umformbaren Materialien** herstellen. Mit diesen Anlagen werden meist **rotationssymmetrische Teile** hergestellt. Erwärmung der Rohlinge, Zuführung, Abscheren und Umformen erfolgen vollautomatisch.

Rapid forging

A fully automatic multi-stage press is forging equipment that produces even the **most difficult shapes from materials hard to deform in several stages of deformation**. This equipment mostly produces **rotation symmetric parts**. Heating the slugs, feeding, shearing and deforming take place completely automatically.

Halbwarmumformung

Unter der Bezeichnung Halbwarmumformung versteht man einen Umformvorgang, vor dem das **Werkstück so weit vorgewärmt** wird, dass bei den gegebenen Umformbedingungen eine **bleibende Verfestigung** eintritt. Diese Definition bedeutet zwar, dass die Umformung unterhalb der Rekristallisationstemperatur durchgeführt wird, doch wird der Begriff halbwarm auch für Temperaturen angewendet, die über dieser liegen. In der Praxis versteht man darunter das Umformen von Stahl im Temperaturbereich von 650 – ca. 950 °C. Diese Temperaturen liegen wesentlich unter üblichen Schmiedetemperaturen von 1100 – 1250 °C.

Semi hot forging

The term semi hot forging refers to a deformation process in which **the workpiece is preheated to such a point that permanent strain hardening** occurs under the given deformation conditions. This definition means that the material is deformed below the recrystallization temperature, yet the term is also used for temperatures occurring above this. In practice this is understood to be the deformation of steel in the temperature range of 650 to approx. 950 °C. These temperatures lie significantly below the conventional forging temperatures of 1100 – 1250 °C.

WERKZEUGHERSTELLUNG

TOOLMAKING

Erodieren

Beim Erodierprozess wird durch eine örtliche elektrische Entladung Material an der Oberfläche aufgeschmolzen und tröpfchenweise abtransportiert. Durch das Aufschmelzen der Oberfläche bildet sich eine schnell erstarrte, unangelasene martensitische Schichte – weiße Schicht. Diese ist sehr spröde und Risse können in diesem Bereich leicht entstehen und sich dann in das Grundmaterial fortpflanzen. Um die Rissbildung weitgehend zu minimieren sollte dem groben Vorbearbeiten immer ein Feinerodieren folgen. Niedrige Stromstärke und hohe Pulsfrequenz reduzieren die Dicke der beeinflussten Zone.

Danach sollte die Schicht durch Schleifen oder Polieren entfernt werden oder das Werkzeug 30 °C unterhalb der letzten Anlass temperatur entspannt werden. Sind diese Möglichkeiten nicht gegeben, so kann durch eine Erhöhung der Zähigkeit des Werkzeugstahles die Rissausbreitung vermindert werden.

Verunreinigungen im Dielektrium können zu Streufeldelektrolyse führen, wobei durch ungewollte Entladungen unkontrolliert Material abgetragen wird. Aus diesem Grund sollte die Qualität des Frischwassers regelmäßig kontrolliert werden. Weitere Informationen finden Sie auch in unserer Broschüre „Funken-erosive Bearbeitung von Werkzeugstählen“.

Eroding

In the eroding process material on the surface is melted and is withdrawn drop by drop by means of a local electrical discharge. By melting the surface a quickly solidified, untempered martensitic layer, the so-called white layer, is formed. This layer is very brittle and cracks may easily form in this region, disseminating in the base material. In order to minimize the formation of cracks to a great extent the rough pre-machining should always be followed by fine eroding. Low levels of current strength and a high rate of pulse frequency reduce the thickness of the area influenced.

Afterwards the layer should be removed by grinding or polishing or the tool should be tempered 30 °C below the last tempering temperature. Should none of these options be possible, the crack propagation can be reduced by raising the toughness of the tool steel.

Impurities in the dielectric can lead to stray field electrolysis, whereby material is removed in an uncontrolled manner by unwanted discharges. For this reason the quality of the fresh water should be checked on a regular basis. Further information can be found in our pamphlet „EDM Machining of Tool Steels“.



Wärmebehandlung

Heute dient die Wärmebehandlung nicht nur vorwiegend zum Einstellen der Zielhärte, sondern beeinflusst auch zahlreiche mechanische Eigenschaften wie Zähigkeit oder Temperaturwechselbeständigkeit. Aus diesem Grund ist es notwendig, die BÖHLER Hochleistungsstähle nach genauen Vorgaben, die in den entsprechenden Produktbroschüren zu finden sind, zu behandeln.

Gerade im Warmarbeitssegment erreichen die Werkzeuge oft enorme Dimensionen. Diese stellen auch eine Herausforderung an die Wärmebehandlung dar. Das Härten sollte im Salzbad oder im Vakuum durchgeführt werden. Um Spannungsrisse während des Aufwärmens zu vermeiden, sollte besonders im unteren Bereich langsam aufgewärmt werden, um einen Temperaturengleich zwischen Kern und Oberfläche zu ermöglichen.

Dafür sollten mindestens 3 Vorwärmstufen eingeplant werden. Um eine optimale Gefügestruktur zu erzielen ist ein rasches Abschrecken aus der Härtetemperatur nötig. Um hier Spannungsrisse zu vermeiden, ist eine Warmbadsimulation empfehlenswert.

Heat treatment

Nowadays heat treatment is not primarily used to regulate the targeted hardness, but rather it influences numerous mechanical properties such as toughness or thermal shock resistance. For this reason it is necessary to treat the BÖHLER high performance steels according to exactly prescribed instructions found in the respective product pamphlets.

Particularly in the hot work tool steel segment the tools are often of enormous dimensions. These dimensions often pose a challenge for the heat treatment process. Hardening should be done in a salt bath or in a vacuum. In order to avoid gross cracking during the heating up, this phase should take place slowly particularly in the lower range, in order to allow for a temperature equalization between the core and the surface.

For this reason at least three pre-heating phases should be planned. In order to obtain optimal structural conditions quick quenching of the hardening temperature is necessary. A warm bath simulation is recommended. In order to avoid cold cracks here.

Nitrieren

Unter Nitrieren versteht man das Anreichern der Randschicht eines Werkstückes mit Stickstoff durch eine Thermochemische Behandlung bei Temperaturen von etwa 500 – 580 °C. An der Oberfläche bildet sich aufgrund des hohen zur Verfügung stehenden Stickstoffanteils eine Schicht, welche vorwiegend aus Stickstoffverbindungen besteht und aus diesem Grund auch Verbindungsschicht genannt wird. In der metallgraphisch deutlich abgrenzbaren darunter liegenden Schicht, der Diffusionsschicht, bleibt der Stickstoff bei rascher Abkühlung im Mischkristall gelöst. Bei langsamer Abkühlung scheiden sich nadelförmige Nitride aus.

Die harte Verbindungsschicht ist verantwortlich für den hohen Verschleißwiderstand des behandelten Werkstücks und vermindert die Klebneigung und die Neigung zu Kaltschweißen. Aus diesem Grund werden Werkzeuge, welche hohen Verschleißbeanspruchungen ausgesetzt sind, häufig nitriert. Es ist jedoch zu beachten, dass durch Nitrieren das Zähigkeitspotential eines Werkstoffes erheblich abgesenkt wird. Da die Verbindungsschicht sehr spröde ist, können auf nitrierten Oberflächen leicht Risse entstehen, welche sich dann in das zähe Grundmaterial fortpflanzen.

Nitriding

The term nitriding is used to refer to the enriching of the surface layer of a tool with nitrogen by means of a thermochemical treatment at temperatures of approx. 500 – 580 °C. A layer consisting primarily of nitrogen compounds and thus referred to as a compound layer is formed on the surface due to the high amount of nitrogen available. Metallographically isolated from the layer, the so called diffusion layer, below it, the nitrogen remains in the mixed crystals upon quick cooling. With slower cooling acicular nitrides are precipitated.

The hard compound layer is responsible for the high degree of wear resistance of the workpiece treated and reduces the adhesive gradient and the gradient of cold welding. For this reason, tools exposed to heavy-duty wear are commonly nitrided. Nonetheless it must be considered that by nitriding the potential toughness of a material is substantially reduced. Since the compound layer is quite brittle cracks can easily be formed on nitrided surfaces which then disseminated into the base material.



Vor dem Nitrieren ist für eine einwandfreie, saubere, metallisch blanke Oberfläche z.B. durch Beizen zu sorgen. Generell gilt, dass kompliziert geformte Teile mit unterschiedlichen Querschnitten bzw. größeren Abmessungen möglichst langsam zu erwärmen und abzukühlen sind. Damit das zu nitrierende Werkstück bei der Nitriertemperatur thermisch stabil ist, sollte dieses zuvor bei Temperaturen über der Nitriertemperatur angelassen worden sein. Vorhandene Eigenspannungen sind vor der Nitrierbehandlung durch Spannungsarmglühen zu beseitigen.

Before nitriding is performed a perfectly clean, metallically polished surface must be ensured, by means of pickling for instance. In general it should be observed that complicatedly shaped parts with different cross-sections or larger dimensions are to be heated and cooled slowly. In order for the workpiece to be nitrided to remain thermally stable at the nitriding temperature, it should first be tempered at temperatures above the nitriding temperature. Any internal stress is to be eliminated before the nitriding treatment begins by means of stress relieving.

WARTUNG IM EINSATZ

MAINTENANCE IN APPLICATION

Vorwärmen

Höchste Leistung der Werkzeuge kann nur durch eine fachgemäße Behandlung vor dem Einbau und während des Einsatzes erzielt werden. Um die stoßartige Wärmebelastung durch das heiße Metall und damit auch die Rissbildung zu verringern, müssen die Formen entsprechend den Temperaturen des zu verarbeitenden Materials sorgfältig vorgewärmt werden.

Das Vorwärmen der Formen muss langsam und durchgreifend erfolgen.

Entspannen

Die durch den Temperaturwechsel und mechanische Belastungen auftretenden Spannungen sind von Zeit zu Zeit durch ein entsprechendes Anlassen abzubauen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass durch ein Zwischenentspannen eine günstige Standmengenbeeinflussung erzielt wird. Dieses Entspannen soll mehrstündig bei einer Temperatur, die ca. 30 – 50 °C unter der höchsten verwendeten Anlasstemperatur liegt, mit nachfolgender Ofenkühlung, vorgenommen werden (siehe Anlassschaubild in den BÖHLER Werkstoffblättern).

Nach dem Ausbau von Werkzeugen, die auf Lager gelegt werden, ist ein Reinigen und entspannendes Anlassen ebenfalls empfehlenswert.

Preheating

Maximum efficiency of the tool can only be obtained with correct treatment both prior to installation and during operation. In order to reduce the jolting thermal stresses from the hot metal which is being processed, and thereby reduce heat checking, the dies must be carefully preheated according to the temperatures of the material to be processed.

Preheating of the dies has to be carried out slowly and thoroughly.

Stress relieving

Stresses which arise from the continual changes in temperature and the mechanical load need to be relieved from time to time by means of an appropriate tempering treatment. Experience has shown that an intermediary stress relief improves tool life. This stress relieving treatment should take place over a period of several hours and should occur at a temperature 30 – 50 °C below the highest tempering temperature, followed by cooling in the furnace (cf. the tempering chart in the BÖHLER data sheets).

After disassembly of tools to be kept in stock, cleaning and stress relieving is recommended.



Schweißen

Oft sind auch bei Warmarbeitswerkzeugen Schweißungen notwendig. Generell sind sowohl weichgeglühte als auch bereits gehärtete Warmarbeitsstähle schweißbar. Ein Vorwärmen auf mind. 325 °C ist unbedingt erforderlich. Während des Schweißvorganges darf die Temperatur auch nicht unter diesen Wert absinken, sollte 475 °C aber auch nicht übersteigen.

Nach Beendigung des Schweißvorganges ist ein langsames Abkühlen empfehlenswert. Weichgeglühtes Material sollte nach der Schweißbehandlung nochmals weichgeglüht werden, ein bereits gehärtetes und angelassenes Werkzeug sollte entspannt werden (30 °C unterhalb der letzten Anlassstemperatur).

Weitere Informationen finden Sie auch in unserer Broschüre „Schweißen im Werkzeugbau“.

Welding

Welding is often necessary with hot work tools. In general both hot work tool steels that have been annealed and those that have already been hardened and tempered are weldable. Preheating to at least 325 °C is absolutely necessary. During the welding procedure the temperature may not drop below this level and should not rise above 475 °C.

After having completed the welding procedure, a slow cooling phase is recommended. Previously annealed material should be annealed once again after the welding treatment. A tool which has already been hardened and tempered should also be brought to 30 °C below the last tempering temperature.

Further information can be found in our pamphlet „Welding in Toolmaking“.



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

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.

BW015 DE - 11.2015 - 1.000 CD - NOS